

С.А. Ловягин

**Обучение физике в 6 классе
вальдорфской школы**



**С.А. Ловягин. Обучение физике в 6 классе вальдорфской школы
Методическое пособие для классного учителя и учителя физики.** — М.,
Парсифаль, 1999 - 68 с.

В данном пособии подробно описываются уроки физики в 6 классе Московской вальдорфской школы. Приводится описание экспериментов, ученических тетрадей, задач, вопросов, самостоятельных и лабораторных работ. В пособии сформулированы основные принципы обучения физике, описана методика обучения, приводятся списки литературы для учителя. Данные материалы написаны на основании шестилетнего опыта работы в вальдорфской школе.

Издается на правах рукописи тиражом в 100 экземпляров.

© С.А. Ловягин, 1999.

С.А. Ловягин

**Обучение физике в 6 классе
вальдорфской школы**

**Москва
1999**

Концепция курса физики для основной школы

В эпоху значительных экономических преобразований, происходящих сейчас в России, сопровождаемую резким снижением интереса к инженерно-технической и научной деятельности, особенно важно давать учащимся не ориентированный на соответствующий ВУЗ слепок научного предмета, а целостное и обобщенное представление об объекте, методах и содержании различных естественных наук, имеющих непосредственное отношение к жизни. Систематическое и подробное изучение естественно-научных предметов — это скорее задача спецшкол или классов с углубленным изучением соответствующих дисциплин. Умение же решать большое число количественных задач и знание соответствующих формул реально необходимо лишь некоторой части учащихся, ориентированной на соответствующие области знаний. Большинство же остальных с легкостью забывает эти знания и теряет соответствующие навыки, т.к. они никогда не бываюят востребованы в повседневной жизни. (Здесь не обсуждается необходимая дифференциация обучения в старшей школе, которая значительно расширяет предложенную здесь программу общего образования. Вопросы дифференциации старшей школы решаются отдельно при помощи соответствующих дополнений к разработанному курсу (например, в рамках спецкурсов), или же путем профилизации в 10–11 кл.).

Предыдущее нисколько не умаляет ценность научных знаний о природе. Но тогда первостепенную роль в обучении должны играть *качественные* представления об основных природных явлениях и закономерностях, об основных понятиях и методах научной работы и мышления, сложившихся в естественных науках с Нового времени и развивающихся по сей день, а также понимание принципов действия окружающих нас *технических устройств*.

Основные цели курса физики для основной школы

- знакомство учащихся с наиболее типичными феноменами природы
- знакомство с той сферой человеческой культуры, которая относится к этим природным феноменам. Под этим понимаются не только результаты научного познания природы, но и социально-исторический и логический контексты порождения и развития научных знаний, а также художественный и психологический (антропологический) аспекты взаимоотношения человека и природы.
- формирование положительной мотивации познавательной деятельности учащихся, воспитание интереса к изучению данной предметной области
- воспитание способности самостоятельного, логически правильного, ясного мышления
- формирование разностороннего образа мира, в котором *наряду с классической* естественно-научной картиной мира существуют элементы *современного научного взгляда* на природу, как сложную, не механическую, эволюционирующую целостность, а также и *художественное восприятие* мира. Существенным моментом любой картины мира является ее субъективная, человеческая составляющая, определяющая роль которой все более постигается современной философией науки.

Далее излагаются **основные принципы обучения** физике. В основном они подчеркнуты автором из богатого опыта и традиций вальдорфских школ, из посещения уроков в различных немецких школах, семинаров и бесед с опытными педагогами и, конечно же, из собственного шестилетнего опыта преподавания по данной методике. Частично эти принципы изложены в книге К. Штокмайера («Материалы к учебным программам вальдорфских школ» – М., Парсифаль, 1995 – стр. 244 – 253.).

- Основной упор делается на *феноменологическом* рассмотрении наиболее типических явлений каждого раздела. В этой связи существенную роль в методике обучения играет первая ступень изучения любого природного объекта. Она состоит в *целостном представлении* данного *объекта* или же явления, взятого не в абстракции, а в многообразии его внешних проявлений, связей и характеристик, включая сложившиеся в культуре различные способы рассмотрения этого объекта. Причем это представление может формироваться как на основе непосредственного наблюдения, так и на основе подробного и точного описания.

Таким образом, в обучении надо удержать природную и культурную целостность, *конкретность*, не оципывая то или другое до абстракции, к которой невозможно испытывать симпатии и интереса. Это возможно лишь при правильной ориентации по отношению к феноменам, при признании их важности и насыщенности. Только при условии такого непосредственного обращения к природе и культуре можно приблизиться к целостности, к интегративности, к гуманитаризации школьного курса физики.

В этой связи требуется также такая переработка наличного экспериментального материала, которая перемещает акценты использования опытов и демонстраций на уроках. Эксперимент, наблюдение за природным явлением должны играть роль исходных, самоценных моментов познания природы. Они не должны служить лишь второстепенным дополнением к теоретическому знанию, дополнением, выполняющим лишь функцию подтверждения теории. Именно так строится большая часть школьных экспериментов, которые настолько “очищены” от случайностей, что между ними и реальным явлением, происходящим в природе, лежит пропасть, практически непреодолимая для учащихся. Еще одной существенной чертой многих экспериментов, которая должна быть преодолена, является их чрезмерная аппаратурная насыщенность. Для демонстрации простого явления используется порой очень сложная электронная аппаратура, принцип действия которой не ясен учащимся.

- Следующим методическим принципом, лежащим в основе этого курса является принцип *развития познавательных способностей*. Содержание обучения выстраивается таким образом, что в учебном процессе строятся ситуации, в которых активизируется самостоятельная познавательная деятельность детей. Законы и представления *не сообщаются им в готовом виде*, но всегда являются следствием собственных мыслительных усилий учащихся (и класса как целого), направленных на решение познавательной проблемы, задачи. Понятно, что этому мало соответствует традиционная фронтальная форма обучения и методика, строящаяся на воспроизведении знаний. Более адекватными формами такой деятельности являются: диалог, выстраиваемый учителем в живом процессе обсуждения, а также различные групповые и индивидуальные формы самостоятельной познавательной деятельности учащихся.

Это не пассивное усвоение материала, а соучастие в процессе порождения знаний и способов мыслительной деятельности. Оно требует такой перестройки содержания обучения, в которой резко суживается область готовых суждений и существенно иную роль начинают играть факты как исходный материал познания, которое предлагается детям не в форме готовых продуктов, а в виде их собственной познавательной деятельности, направленной на порождение знаний.

Таким образом, обучение должно приобрести *проблемный характер*, не взирая на все те реальные методические трудности и временные затраты, которые он с собой привносит. Причем сам ход познания, методология получения и переработки содержания науки должны быть прежде непосредственно пережиты учащимися. При этом рефлексивнее знание о закономерностях процесса познания не должно сообщаться слишком рано. Можно сказать, что в основной школе важнее опыт этой деятельности, чем знание о ее компонентах.

- Курс обучения должен обязательно иметь *практическую направленность*, т.е включать в себя большое количество наблюдений реально происходящих явлений, демонстраций и практических работ. Т.е. руководствоваться принципом. “Лучше один раз увидеть (самому проделать), чем сто раз услышать” Экспериментальное, а не абстрактно-теоретическое естествознание вызывает интерес у учащихся основной школы. При этом, однако, содержание обучения не может ограничиваться простым эмпирическим уровнем познания, но в мышлении учащихся должны быть проработаны, выстроены логические связи между понятиями и восприятиями, между теоретическим и эмпирическим уровнями познания природы.

Одним из основополагающих принципов отбора содержания должна быть последовательная реализация принципа *связи с жизнью*. В смысле преодоления разрыва в сознании учащегося научных знаний и его собственного жизненного опыта, разрыва между тем, что он усвоил в школе, и тем, что его окружает в действительности. Следовательно, задачей школы является простраивание связей в сознании учащегося между научным знанием и его непосредственным опытом восприятия природного, социального и технического окружения.

- Еще одной существенной чертой курса является опора на реальные *возрастные возможности* учащихся средних способностей. Не ориентация на способных детей, которые порой на несколько лет обгоняют весь класс в интеллектуальном развитии, но доступность и понимание обычного ребенка усредненных способностей.
- В ситуации значительного сокращения числа часов на предметы естественно-научного цикла трудно достижима цель формирования у учащихся систематического знания большого количества физических понятий и закономерностей. Поэтому в целях достижения хорошего понимания материала учащимися различных способностей используется принцип *обучения на отдельных узловых примерах* (так называемое “экземплярное обучение”). При этом существенным моментом данного принципа обучения является детальная проработка каждого феномена (реализация принципа --- “не вширь, а вглубь”). Важным является не количество рассмотренных явлений, а их характеристость для каждой области и внимательное, точное наблюдение и описание.
- Вместе с тем, принципу экземплярности сопутствует другой очень важный принцип — *принцип экономичности преподавания*, состоящий в том, что при углубленном рассмотрении какого-либо предмета, закона или же явления *попутно вводится* целый набор *связанных* с ним понятий, явлений и технических приложений. Таким образом, концентрированно рассматривая отдельные понятия науки, мы быстро намечаем и множество связанных с ними понятий.
- Другой важной чертой курса является преимущественно *качественное* рассмотрение явлений и законов. Это позволяет формировать действительное *понимание* научных понятий и закономерностей, а не манипулирование ими в процессе подстановки величин в сообщенные в готовом виде формулы.

Что же касается количественного аспекта природных закономерностей, то он не должен вовсе исчезнуть из содержания обучения. Дети могут на отдельных конкретных примерах овладеть умением проводить расчеты. Наряду с этим учащиеся должны научиться самостоятельно решать простые расчетные задачи с использованием различных источников справочной информации. Это *умение находить и использовать нужную информацию* играет в обучении более существенную роль, чем знание наизусть конкретных формул и формулировок. Данное умение опирается на предварительное знакомство с отдельными, наиболее важными понятиями науки.

- Один из основных принципов данного курса—формирование у учащихся целостного, экологически ориентированного представления о природе и ее закономерностях. Воспитание экологической позиции у детей невозможно только за счет знаний о природе. Главное в ней — эмоционально-ценностное отношение человека к природе, формирующееся в процессе воспитывающего обучения, важнейшим компонентом которого является *опыт переживания природы*. Это требует неформального включения в учебный процесс (в качестве обязательных, важных и требующих времени) таких компонентов, как художественное, поэтическое и музыкальное восприятие мира, постоянное непосредственное общение с живой природой, не один только анализ, но и синтез. Причем не только синтез различных научных знаний о целостных природных объектах (расчлененных до этого на атомы и молекулы), но и *синтез научного и художественного подходов* к рассмотрению природы, как взаимообогащающих

При этом и художественные (например, поэтические) произведения должны служить не добавочной иллюстрацией, но, как и природные феномены, они должны быть непосредственно пережиты детьми, и это переживание следует углубить и проработать столь же последовательно, как и переживание природных феноменов.

Следует также преодолеть устаревшее стремление к объективности (безличенности) научных знаний и обратить внимание учащихся на познающего субъекта, на его личность, постараться проявить в обсуждении с детьми взаимосвязь между социальным и культурным контекстом конкретного открытия, самим знанием и личностными качествами ученого. Вместе с тем на определенном этапе с учащимися следует обсудить также и проекцию этого открытия на современность, на сегодняшний день науки.

Итак, в данном курсе должны быть значительно расширены рамки содержания учебного предмета за пределы “проекции научного предмета в плоскость обучения”. Ибо вместе с отдельными элементами содержания научного знания (которые также потребуют известной переработки) в него будет интегрировано еще и иное культурное содержание, не ограничивающееся одним только знанием, но представляющее различного типа деятельности (интеллектуальную и художественную).

- Еще одной важной чертой курса является *исторический подход*, заключающийся не в упрощенном выстраивании содержания в линейную последовательность предъявления материала в соответствии с хронологией, существующей в истории науки, но, во-первых, выстраивание его в соответствии с логикой исторического развития научных знаний, в которой решению, открытию предшествует проблема, вопрос, являющиеся духовными “двигателями” развития науки Во-вторых, развитие науки рассматривается в связи с биографиями ученых, которые своим настойчивым трудом и концентрацией на поставленной проблеме добивались ее разрешения. В-третьих, через биографии конкретных исторических лиц учащиеся вводятся также и в исторический контекст и в социальные последствия тех или иных научных открытий и идей. И в-четвертых, развитие этой темы доводится, хотя бы в самых общих чертах, до современности. Последние два момента начинают играть роль только с 7–8 классов.
- В этой связи еще одним важным положением концепции является выстраивание линий *развития физических понятий*. В данной концепции исходят из того факта, что согласно закономерностям интеллектуального развития (выделенным школой Пиаже) невозможно усвоение современного научного понятия в полном объеме на стадиях, предшествующих формально-операционной. Это означает, что понятие, введенное в начале среднего школьного возраста, имеет у учащегося чаще всего иное содержание, чем традиционное научное понятие, заложенное автором в текст учебника. Да и последнее также имеет иное содержание, чем его современный аналог, используемый сегодняшними учеными.

Поэтому, не отказываясь от раннего введения научных понятий, не следует стремиться сразу же строго зафиксировать содержание каждого естественнонаучного понятия в виде четкой definиции, учитывающей все необходимые признаки этого понятия.

- Приведенная концепция принципиально требует *изменения роли учителя* в педагогическом процессе. По мере приближения старшим классам все больше учитель должен брать на себя функцию координатора, организатора учебной деятельности школьников, а также функцию систематизации и обобщения знаний, приобретенных учащимися. Это представляет более высокие требования к его способностям и уровню подготовки.

Обучение отдельным разделам курса происходит эпохами (ежедневные занятия по $2\frac{1}{3}$ — 1 ч 45 мин в день в течение 3 – 4 недель).

Методика обучения физике в вальдорфской школе

Методика изучения физики может быть представлена в виде определенной последовательности ступеней работы над физическим содержанием.

Эти ступени четко структурируют каждый урок (речь идет о сдвоенных уроках в начале учебного дня, идущих каждый день в течение 3-4-х недельного периода — эпохи по данному предмету). Более того, полный «цикл» изучения каждой единичной темы (понятия, явления, закона), представляющий данную последовательность методических этапов, входит в состав *трех последовательных уроков*. В конце первого урока происходит первый шаг изучения — эксперименты и их описание. Второй урок полностью посвящен проработке и анализу наблюдений и формулированию и уяснению новых понятий и закономерностей. И в третьем уроке, занимая совсем немного времени, происходит применение и закрепление полученных знаний. При этом темп работы над материалом довольно высок — ведь в конце второго урока ставятся новые эксперименты, которые прорабатываются на третьем. Также на втором уроке имеет место и закрепление материала, который был рассмотрен в основной части предыдущего урока.

Таким образом, *каждый урок*, имея стройную ритмическую организацию (последовательность методических этапов), имеет вместе с тем *три слоя* тематического содержания: первый (основной) — проработка наблюдений и формулирование новых понятий и закономерностей; второй (он обращен в основном к предыдущей теме) — применение и закрепление знаний; третий, обращенный к будущему обсуждению, — новые эксперименты.

Рассмотрим подробнее последовательность методических этапов обучения физике, краткое описание которых дано Р.Штейнером в курсе лекций, озаглавленном «Познание человека и учебный процесс» (Москва, «Парсифаль», 1998 г.; стр. 39-41).

Первым этапом является *наблюдение физических явлений*. Это могут быть и наблюдения непосредственно на природе, однако, в подавляющем большинстве случаев, это — эксперимент, выполняемый в лабораторных условиях. Эксперимент может быть как демонстрационным (учитель показывает, дети наблюдают), так и лабораторным (выполняемым самими учащимися индивидуально или же в группах). Демонстрационный эксперимент имеет то преимущество, что не требует большого количества одинаковых приборов и полностью определяется заранее продуманным планом. Вместе с тем, у практических работ есть другое существенное преимущество — они в значительно большей степени задействуют активную деятельность детей, что безусловно положительно сказывается на интересе и личностной значимости эксперимента. К тому же, последнее развивает индивидуальные практические умения и навыки учащихся, учит их самостоятельному обращению с физическими приборами, ведению лабораторного журнала (записей наблюдений). Трудность проведения лабораторных работ в том, что деятельность учащихся в этом случае должна быть очень хорошо организована: они должны ясно понимать цель работы и иметь перед глазами подробный план ее выполнения. Еще до начала работы учитель должен продемонстрировать всему классу, как обращаться с приборами

Во время наблюдения демонстрационного эксперимента в классе должна установиться тишина и внимание. Словесные комментарии к происходящему совершенно излишни. Ни учитель, ни ученики не должны при этом описывать происходящее. Тем более неуместны желания учеников уже в ходе эксперимента вслух высказывать его объяснение

Эксперимент происходит в конце урока. Однако прежде чем учащиеся уйдут на перемену, следует *подробно и точно устно отписать наблюдения*. В этом — содержание *второго этапа*. Лучше всего, если это делают сами учащиеся. Все детали явления должны быть теперь осознаны. При этом сам эксперимент уже не отвлекает учащихся. Итогом описания должна стать точная *мысленная картина явления*. Если какие-либо детали, су-

щественные для дальнейшего понимания явления, ускользнули от внимания учащихся, можно, обратив на них внимание класса, вновь повторить опыт. Иногда неопытный учитель жертвует этапом устного описания, когда не успевает завершить урок вовремя. Результатом этого часто бывают серьезные пробелы в домашних описаниях детей, что обесценивает само наблюдение экспериментов. Этот этап, несмотря на кажущуюся простоту и незначительность, очень важен, так как во время наблюдения дети настолько погружаются в явления, настолько сильно находятся в этот момент вовне своими чувствами, что необходим определенный жест сознательной антипатии, возвращения к себе и воспроизведения картины явления в сознании учащихся. Без нее невозможна дальнейшая мыслительная работа над содержанием наблюдения. Это имеет большое значение для методики вальдорфской школы, так как ее основная цель – получить такие понятия и законы, которые тесно связаны с наблюдаемым, с явлением. Конечно, при традиционном модельном подходе, когда явление отходит на второй план, играя роль всего лишь эпифеномена, т.е. подтверждения определенной модели, такая работа над содержанием восприятия является излишней.

После этого урок заканчивается и учащиеся получают домашнее задание, одним из главных пунктов которого является письменное описание наблюдений и зарисовка экспериментальной установки. Наряду с этим могут быть заданы вопросы и задачи, преимущественно качественного характера, на применение уже изученных законов.

Между этим уроком и следующим *пролегает ночь* – период времени, когда дневные впечатления, как показывает опыт, перерабатываются где-то в глубинах человеческого существа и наутро предстают порой как бы обновленными. Иногда, когда человек решает какую-либо проблему, часто именно наутро, вспомнив о ней, он одновременно находит и ее решение. Поэтому так важна пауза, пролегающая между восприятием явления и его осмыслением. Правда, она эффективна лишь в том случае, если на самом наблюдении и его описании учащиеся были сконцентрированы, если картина происходившего действительно возникла перед их сознанием. И другое условие, не менее важное, если она пробудила определенный вопрос, желание понять происходившее. Лишь тогда без непосредственного участия сознания человека, в этот период «забывания» внутри человеческого существа будет происходить интенсивная работа над содержанием наблюдавшегося.

Наутро картина явления вновь восстанавливается: учащиеся устно по памяти *воспроизводят его описание*. Лишь в шестом классе, когда важно обратить внимание всего класса на умение записывать наблюдения, некоторые описания можно зачитать прямо по тетради. Но тогда внимание приходится обращать не столько на само явление, сколько на то, насколько описание полно или же неточно по сравнению с наблюдавшимся экспериментом. И так как дальнейшая работа будет происходить в сфере мышления, важнее воспроизвести явление в сознании учащихся по памяти, а не по тетрадке.

Далее начинается самая сложная часть урока – *поиск и формулировка закономерности*, обуславливающий наблюданное явление. Трудность этого этапа в том, что в действительности закономерность не выводится индуктивным путем из данных наблюдения. Она – не есть простое обобщение фактического материала, который к тому же очень ограниченно доступен учащимся. Закономерность всегда содержит еще и мыслительный элемент, даже если это – так называемая «эмпирическая закономерность».

Задача учителя на этом этапе методики – не формулировать за детей эту закономерность. Она ни в коем случае *не должна быть сообщена им в готовом виде*. Роль учителя – роль сократовской «повивальной бабки». Он должен суметь так организовать обсуждение (например, с помощью вопросов), чтобы учащиеся смогли, отвечая на поставленные вопросы, сами найти, сформулировать закономерность. Задача учителя – формулировка вопроса, проблемы и затем организация обсуждения, помочь учащимся в сопоставлении суждений друг друга, в верном соотнесении их с данными наблюдений и экспе-

риментов. Алгоритма здесь нет. Процесс поиска каждый раз выстраивается из тех мыслей, которые высказывают учащиеся, и каждый год каждый новый класс прокладывает свой путь

После того, как закономерность найдена в совместном обсуждении с классом, следует добиться того, чтобы ее *уяснили все учащиеся*. Ведь в обсуждении активно участвует только часть класса. Для этого, после того, как закономерность сформулирована, учитель дает детям пару устных *качественных задач* на ее закрепление и уяснение. Это могут быть несколько вопросов к тому, что будет наблюдаться в эксперименте при небольшом изменении некоторых условий. Т.е. закрепление и углубление понимания только что «открытого» учащимися закона происходит в задачной ситуации, близкой к исходному эксперименту.

В заключение учитель предлагает классу еще несколько задач на *повторение и закрепление* знаний тех законов, которые были сформулированы на *прошлом* уроке. Лучше всего описать новую экспериментальную ситуацию, во многом отличную от наблюдавшейся на позапрошлом уроке. И к этому описанию нового явления, основывающегося на той же закономерности поставить несколько вопросов, требующих понимания этой закономерности и умения применять ее к объяснению нового явления. Эти задачи могут быть выполнены не только устно, но и письменно. Хорошо, если детям будет дана возможность немного самостоятельно поразмыслить, вникнуть в ситуацию задачи.

Затем в тетрадях *записывается текст – конспект основного содержания урока*. В нем обязательно должна быть сформулирована закономерность и могут быть приведены некоторые дополнительные рассуждения, сведения, интересные примеры. В шестом классе учитель сам сочиняет этот текст накануне и на уроке диктует его детям (или записывает на доске). Начиная с 8-9 классов эта работа все чаще выполняется самими учащимися.

На этом полный цикл методических этапов изучения одной темы заканчивается и вновь ставятся эксперименты. Однако еще по крайней мере дважды-трижды к этой теме класс будет возвращаться: в первый раз — на следующем уроке, отвечая на вопросы и решая задачу по этой теме. Во второй раз — в конце эпохи или же недели, выполняя самостоятельную или же контрольную работу. И в третий раз — на следующий год, при необходимости повторения этой темы для изучения связанного с ней нового материала.

Кратко указанную *последовательность этапов изучения одной темы* можно сформулировать так:

1. Наблюдение явлений.
2. Описание наблюдений.
3. Пауза, между наблюдением и обсуждением пролегает ночь.
4. Вспоминание описания и обсуждение, нацеленное на получение закономерности.
5. Уяснение закономерности при ответах на вопросы и решении задач.
6. Запись конспекта урока (закономерности).
7. Новая пауза.
8. Закрепление изученных ранее закономерностей в процессе применения к анализу новой ситуации (явления).

Конкретные примеры реализации этой методики можно найти в приводимых ниже описаниях уроков

Программа обучения физике в 6 классе

ОБЪЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

В целом, программа строится на принципах, сформулированных в приведенной выше концепции.

Цель обучения физике в 6-ом – 8-ом классах - ознакомить детей с *важнейшими явлениями, понятиями и законами* всех основных разделов этой науки. Основной упор делается на феноменологическое (эмпирическое) рассмотрение наиболее типических явлений каждой области физики. При этом важным является не количество рассмотренных явлений, а их характерность для каждой области и внимательное, точное наблюдение и описание. Задача теоретического (модельного) объяснения в начале обучения физике (6-8 классы) не ставится, так как в этом возрасте у школьников еще недостаточно сформировалась способность самостоятельного суждения, необходимая для работы с теориями (подобными молекулярно-кинетической теории строения вещества). Речь идет о таком уровне развития мышления, который позволяет делать самостоятельные выводы на основе наблюдений, выстраивать логические связи между абстрактными понятиями, а также различать чувственное и мыслительное содержания и сопоставлять их между собой. Этот уровень мышления не требуется при традиционном методе обучения, когда все выводы, законы и теории сообщаются в готовом виде и требуют только усвоения и воспроизведения. Поэтому теоретические модели вводятся в старших классах, чтобы избежать догматичности их усвоения и отождествления в сознании учащихся явления и его модели. Вместо этого логические способности учащихся, необходимые для введения теоретических моделей и работы с теоретическим материалом, развиваются в процессе специально выстроенной методики наблюдения явлений и составления обобщений (выведения закономерностей).

Другой важной чертой курса является преимущественно качественное рассмотрение явлений и законов. Это позволяет формировать действительное *понимание* физических понятий и закономерностей, а не манипулирование ими в процессе подстановки величин в сообщенные в готовом виде формулы. С этой целью физические понятия вводятся на основе и после эксперимента. Это позволяет оперировать сразу же с физическим смыслом научных понятий, а не подыскивать в опыте интерпретацию априорно введенного понятия (например, полученного путем математических выкладок). Поэтому даже такие сложные понятия, как импульс и энергия, вводятся на основании опыта, а не как результаты математического вывода из законов Ньютона.

Обучение физике с 6 по 8 класс происходит по *концептрическому принципу*: каждый год изучаются почти все основные разделы физической науки и на следующий год те же разделы вновь включаются в содержание обучения, однако каждый раздел ежегодно получает последовательное развитие. Таким образом, с самого начала обучения физике ставится задача дать учащимся общую картину изучаемого предмета. При этом учитывается, что с каждым годом крепнут познавательные возможности учащихся и поэтому материал и методика работы с ним становятся все более интеллектуальными. При этом, однако, на всех этапах обучения (с 6 по 11 класс) неотъемлемой, исходной ступенью познания природных явлений является наблюдение и эксперимент, для того, чтобы непосредственный объект изучения — природа — никогда не исчезал и не заслонялся научным предметом, изобилующим формулами и абстракциями. Это позволяет всегда удерживать в обучении целостность и многосторонность природных объектов, в противовес односторонности рассмотрения его с точки зрения какого-либо одного научного предмета. Целесообразность последнего вытекает из неспециализированного характера вальдорфской педагоги-

ки (здесь не обсуждается необходимая дифференциация обучения в старшей школе, которая значительно расширяет предложенную здесь программу общего образования).

В данной программе предлагается *реальное* для сокращенного учебного времени содержание. Оно указано в разделе *обязательного* (для каждого учащегося) минимума (левый столбец).

В правом столбце указываются возможные *вариативные* темы, которые учитель может выбирать и включать в учебный процесс, сообразуясь с ориентацией школы (класса) и потребностями отдельных учащихся.

6 класс
(1 эпоха — 4 недели — 40 уроков)

Начало изучения физики приурочено к 12-летнему возрасту, что имеет глубокое основание в развитии человека. Согласно исследованиям Пиаже в этом возрасте начинает формироваться формальная логика, гипотетико-дедуктивное мышление. Характерной отличительной чертой этой стадии развития интеллекта является выполнение систем умственных действий без опоры на внешние, материализованные действия и без опоры на наглядность. Данная форма мышления полностью соответствует объекту изучения — физическим природным закономерностям, т.к. по своему содержанию эти закономерности идеальны, т.е. могут быть познаны и открыты только при помощи мышления. Непосредственные чувственные наблюдения не дают закономерностей.

Так как этот возраст соответствует лишь началу формирования необходимой для усвоения физики способности, нельзя сразу же предлагать учащимся такие понятия и законы, которые требуют *фактического наличия* указанного уровня развития мышления (Примером таких понятий, правильное усвоение которых еще недоступно учащимся, является понятие электрического поля как опосредующего взаимодействие электрических зарядов.)

Вместе с тем, так как гипотетико-дедуктивное мышление находится в зоне ближайшего развития ребенка 12-летнего возраста, следует методично работать над его формированием. В этом смысле физика дает прекрасный материал для подобной работы.

Учитывая постепенность развития и исходный уровень мышления предыдущего периода (умственные действия с опорой на внешне-данное), на первом году обучения физике закладываются основы для дальнейшей работы. Учащиеся должны *освоить метод изучения природы*, характерный для физики прошлого: наблюдение — описание — поиск и открытие эмпирических закономерностей — объяснение. Основной упор должен быть сделан на развитии умения *внимательно и точно наблюдать явления*.

Другой важной частью содержания первого года обучения физике является непосредственная характеристическая, качественная сторона всех основных областей этой науки, их *отношение к человеку*. Можно так сформулировать *лейтмотив первой эпохи*: сперва перед ребенком должны предстать целостные природные явления (звук, свет и цвет, тепло...).

Изучение физики начинается с акустики. Основу для введения этой темы в 6-ом классе составляет обучение музыке в более младших классах и, прежде всего, знание детьми музыкальных интервалов. Изучаемые явления и закономерности:

Инвариантное содержание:

Введение. Живая и неживая природа. Что изучает физика?

Вариативная часть:

Акустика:

Физические основы построения музыкальных инструментов; соотношение длины звучащей струны и высоты музыкального тона; хладниевые фигуры; человеческая гортань как инструмент для извлечения звуков; звук как откровение внутреннего.

Различные виды музыкальных инструментов (с точки зрения способов извлечения звука): струнные, духовые, ударные. История создания скрипки (Амати, Страдивари, Гварнери).

Следующей темой является оптика. Здесь вновь художественный аспект составляет основу для научного изучения: учитель опирается на опыт детей, полученный ими на уроках живописи акварелью в младших классах. Введение этой темы во многом опирается на учение о цвете И.В. Гете.

Оптика:

Свет и тьма; тень и полусть; прямолинейность света; синий и желтый как результаты взаимодействия светлого и темного; цветовые послеобразы, дополнительные цвета, контрастные явления. Камера-обскура. Свет как идея взаимосвязи.

Иоганн Вольфганг Гете и его "Учение о цвете". Изменение цвета солнца при восходе. Цветные тени.

Тепловые явления:

Нагревание и охлаждение, плавление и затвердование твердого тела, кипение и конденсация жидкости. Тепло и три агрегатных состояния вещества. Различная подвижность горячей и холодной жидкости. Тепло и жизнь. Роль солнечного тепла в жизни Земли. Проводники и изоляторы тепла, термос.

Электричество:

Электризация; электрическое напряжение; два рода зарядов и их взаимодействие.

Электропроводность, проводники и изоляторы электричества.

Лейденская банка. Принцип действия электрофорной машины. Отто фон Герике. Электростатическая индукция.

Магнетизм:

Природный магнит; 2 полюса магнита, намагничивание; земной магнетизм. Уильям Гильберт. Компас. Магнитное склонение. Магнитное поле.

Магнитное наклонение; магнитная индукция.

Лабораторные работы:

1. Определение полюсов магнита с помощью земного магнетизма и закона взаимодействия полюсов.
2. Электризация и взаимодействие зарядов.
3. (Изготовление конденсатора.)

Литература для учителя:

- 1 Макензен М. Обучение физике на основе феноменологического подхода. — М., 1996.
- 2 Ирисов А.С. Звук и музыка. — М.-Л., 1926
- 3 Тынянова Е. Мастер Антонио Страдивари. — М., 1985
- 4 Акустика клавесина // В мире науки. — М., 1991. — № 4, с. 60—66.
- 5 Человеческий голос // В мире науки. — М., 1993. — № 2; 3, с. 50—58.
- 6 Диоген Лаэртский. Пифагор // Диоген Лаэртский. О жизни, учениях и изречениях знаменитых философов. — М., 1995. — С. 336—350, 459—475.
- 5 Гильберт В. О магните, магнитных телах и о большом магните — Земле. — М., 1956.

Описание уроков физики в 6 классе (из опыта работы)

Урок 1 (2 акад. часа). Введение. Живая и неживая природа. Что изучает физика?

1. На этой первой эпохе физики, изучающей законы природы, мы с учениками рецитировали отрывок из “Пролога на небесах” к “Фаусту” Гёте в переводе Б.Пастернака. И урок начинается с того, что учитель, подготовливая детей к восприятию достаточно сложного текста, описывает им величественную картину мира и только после этого читает наизусть текст Гёте. (Причем часть текста рецитируется также на языке оригинала) Далее 10—15 минут посвящается разучиванию этого отрывка.

*Die Sonne tönt nach alter Weise
in Bruderspären Weltgesang
und ihre vorgeschriebne Reise
vollendet sie mit Donnergang!*

Рафаил

*В пространстве, хором сфер объятом,
Свой голос солнце подает,
Свершая с громовым раскатом
Предписанный круговорот.
Дивятся ангелы Господни,
Окинув взором весь предел.
Как в первый день, так и сегодня
Безмерна слава Божьих дел.*

Гавриил

*И с непонятной быстротою
Внизу вращается земля,
На почь со страшной темнотою
И светлый полдень круг деля.
И море пеной волн одето,
И в камни пеной бьет прибой,
И камни с морем мчит планета
По кругу вечно за собой.*

Михаил

*И бури, все попутно руша
И все обломками покрыв,
То в вольном море, то на суше
Безумствуют наперерыв.
И молния сбегает змеем,
И дали застилает дым.*

*Но мы, Господь, благоговеем
Пред дивным промыслом Твоим.*

Все встроем

*Мы, ангелы Твои Господни,
Окинув взором весь предел,
Поем, как в первый день, сегодня
Хвалу величью Божьих дел.*

2. Усадив детей после рецитации, учитель вопросом “Что такое природа?” начинает беседу с учениками, на которую отводится приблизительно полчаса. Дети начинают приводить свои примеры, задача остальных — внимательно слушать выступающего. Через некоторое время учитель может задать свой следующий вопрос: “А что, по-вашему мнению, является живым в природе?” Если, отвечая на второй вопрос кто-то из детей “оживит” реки, ветры или же горы, следует спросить, почему ребенок так думает, и поддержать его мнение, так как любой сложный природный объект: река, горы, болото и пр. — во многом напоминает живое существо: он “рождается”, развивается и “умирает”. И только на поверхностный взгляд он может казаться простым, легко объяснимым, лишенным внутренней “жизни”.

Можно вспомнить, что наши предки воспринимали все природные явления как живые, одушевленные существа. Учитель должен заранее подобрать близкий ему и понятный пример этого из мифологии или литературы (можно взять, к примеру, обращение Ярославны к ветру Днепру и к Солнцу (“Слово о полку Игореве”). Далее учитель говорит о том, что современный человек иначе воспринимает природу, считая живыми только представителей растительного и животного мира и, конечно же, самого человека. И даже отношение к живому у современного человека, к сожалению, все чаще напоминает отношение к миру вещей — достаточно вспомнить эксперименты над животными.

После этого учитель обобщает все сказанное о природе и подводит итог, сообщая, что природа — это все то из нашего окружения, что не создано руками человека. Далее следует подвести черту также и под обсуждением живого и неживого. Для этого учитель вновь задает вопрос. “Можно ли считать неживыми воздух, воду, землю?” Но отвечают на него уже не дети, а сам учитель — историей, которая поможет ученикам осознать, насколько неоднозначным может быть ответ на этот вопрос и одновременно, насколько все сложно и взаимосвязано в природе.

“А знаете ли вы, кто сочинил те басни, которые вы изучали? Иван Крылов лишь заимствовал сюжеты и придал им стихотворную форму. Большинство этих басен придумал мудрейший человек Древней Греции — Эзоп, живший в VI в. до н.э. Долгое время был он рабом у некоего Ксанфа и однажды спас его благодаря своей мудрости от разорения. Вот как это было. Натялся как-то Ксанф допьяна и поспорил, что он все может, даже море выпить. А не выпьет, так отдаст все свое имущество. Когда наутро Ксанф протрезвел, ужаснулся он своей опрометчивости и взмолился к Эзопу, чтобы тот какнибудь его от такой беды избавил. И посоветовал ему тогда мудрый Эзоп сказать при свидетелях следующее: “Дорогие мои граждане, всем известно, что в море многое владеет рек, и полноводных, и многоводных. А я побился об заклад, что выпью только море, а не реки. Так пускай же мой противник затворит все реки, чтобы мне не пришлось пить их вместе с морем!” Так Ксанф и выиграл этот спор”. (“Жизнеописание Эзопа”, глава XV. В книге: Античная басня. — М., 1991, с. 58—60)

К этой притче учителю остается лишь добавить несколько слов: “И воздух, и вода, и земля наполнены неисчислимым количеством микроскопических живых существ

Они также неразличимы для нашего глаза в воздухе, воде, земле, как речная вода в море. Можно ли тогда считать неживыми воздух, воду и землю? Ведь в природе все взаимосвязано.

И вместе с тем современная наука, физика, рассматривает их как неживые предметы. Законы, которые она при этом открывает, помогают человеку строить дома, конструировать машины. Однако, когда человек совсем забывает о том, что он рассматривает лишь часть природы, тогда его действия начинают разрушать природу. Дым и другие отходы фабрик загрязняют воздух и воду — в следствие этого резко уменьшается количество птиц — в результате резко возрастает количество вредителей, портящих посевы — из-за этого сокращается урожайность. Поэтому так важно сейчас не забывать, изучая “неживую” природу, что она на самом деле пронизана жизнью”.

3. После столь большого вступления учащиеся приступают к оформлению тетрадей и записывают под диктовку небольшой текст (Это занимает около 15 мин.; некоторые из приведенных ниже конспектов требуют большего времени, а потому могут быть сокращены по усмотрению учителя.)

Изучение природы

Мы живем в окружении безграничного мира природы. Природа соединяет в себе многообразие живых существ (человека, животных, растений) и неживых (земля, вода, воздух). Все они пронизаны солнечным светом и теплом, различными звуками. Природа (как говорили древние, “естество”) не создана человеком, красоту и чудо природы мы получили словно подарок из чьих-то щедрых рук.

С самого начала в человеке живет стремление понять, охватить своим разумом необъятный природный мир. Благодаря этой ясности познания природы еще в античности появилось естествознание. Позже оно разделилось на несколько естественных наук, с различных сторон пытающихся постигнуть то великое целое, которое называют Природой.

Зоология, ботаника, науки о человеке изучают живые существа. Явления и законы “неживой” природы изучает физика. Это слово взято из греческого языка, фύδι — это природа. Потому первую книгу о природе великий греческий ученый Аристотель так и назвал — “Физика”.

Основные разделы физики

1. Учение о звуке (акустика).
2. Учение о свете и тьме (оптика).
3. Учение о тепле и холоде (теплота).
4. Учение об электричестве (электричество).
5. Учение о магнетизме (магнетизм).
6. Учение о движении и силах (механика).

4. После этого перед классом проводится первый физический эксперимент (15 мин.) — звучание квартета с точки зрения физика. (см.: Макензи М. Обучение физике. — М., 1996, с.64. Здесь и далее в случае, если эксперименты ставились согласно описаниям каких-либо доступных книг, будут приводиться только ссылки на соответствующие места.) Перед проведением опыта надо обязательно сформулировать вопросы, чтобы направить внимание детей:

Каковы различия между инструментами?

- по размерам корпуса,
- по высоте звучания,
- по расположению инструментов во время игры,

- по размерам, толщине и движению струн,
- по тому, как работают руки музыкантов (быстро/медленно, легко/с усилием),
- по тому, как двигается смычок,
- по тому, какой больше играет мелодию, а какой — ритм.

Вопросы хорошо кратко зафиксировать на доске (лучше до урока).

5. По завершению наблюдения игры на инструментах — вначале всех вместе, а затем по отдельности, дети *устно описывают*, что они наблюдали, опираясь на предложенные учителем вопросы (10 минут).

6. После чего дети записывают *домашнее задание*:

- 1) Напиши в тетради небольшое сочинение на тему “Живое и неживое в природе”.
- 2) Подробно опиши звучание скрипки, виолончели и контрабаса. Зарисуй скрипку и подпиши название ее основных частей.
- 3) Подумай над вопросом: как связаны размеры инструмента и высота звучания.

На этом заканчивается первый урок физики.

Урок 2.

Акустика.

Связь высоты звучания струны с длиной струны и натяжением.

История создания скрипки.

1. Урок начинается с рецитации отрывка из “Фауста”. Дети разучивают его, повторяя за учителем по 2—3 раза каждое четверостишие. Можно и так: учитель один произносит очередное четверостишие, после класс повторяет его вместе с учителем, а затем еще раз — уже без учителя. И потом вместе с учителем рецитируется все стихотворение целиком.

К этому хорошо добавить пение каноном (уже на первом, в крайнем случае — на втором уроке). Это как нельзя более согласуется с темой уроков. Хорошо подходит следующий канон на первые 4 строки разучиваемого отрывка из “Фауста”.

DIE SONNE TÖNT

bis zu 8 Stimmen (Einsatz in jedem Takt möglich)

E. Crusius

1. Die Sonne tönt nach al-ter Weise in Bru-der-spha-ren
und ih-re ver-ge-schrieb' ne Reise voll-en-det sie mit
Weit-ge-sang!
Don-ner-gang!

Кanon можно петь даже на 8 голосов. Хорошо, если к концу эпохи удастся сделать достаточно чистое четырехголосье.

Если сам учитель не имеет достаточной музыкальной подготовки, он приглашает на эту часть урока музыканта (учителя музыки). Фактически вся первая неделя требует помощи музыканта (в том числе в подготовке и проведении некоторых экспериментов с музыкальными инструментами). Такое сотрудничество полезно не только для классного учителя (или физика), но и для учителя музыки, ведь участие в этих уроках

поможет ему понять, как именно нужно готовить детей к занятиям акустикой (ученики должны уверенно на слух определять не только звуковысотность, но и музыкальные интервалы).

2. Дети зачитывают свои сочинения о живом и неживом в природе (Практически без обсуждения, чтобы оставить время на дальнейшее).

3. Затем ученики читают другие описания, сделанные дома. При этом учитель должен следить, чтобы класс внимательно выслушал своих товарищей, и ни в коем случае не делать критических замечаний. Отношение к детским описаниям должно быть максимально положительным. И вместе с тем нужно всегда добиваться того, чтобы в результате такого коллективного “вспоминания” вчерашнего опыта возникла ясная картина, в которой не упущенено ни одного существенного элемента.

Конечно же под словом “существенное” в данном случае не подразумевается только то в явлении, что имеет отношение к закономерности. На этом этапе урока мы еще не знаем закономерности и потому существенна *полнота описания*. Обычный способ оценки полноты описания (его можно предложить также и классу) состоит в том, чтобы попытаться представить, что происходило, только на основании описания. Если в картине не просматриваются какие-либо детали, что-то непонятно — значит описание неполное. Чтобы дети лучше поняли это, нужно предложить им: представь, что тебя вчера не было на уроке (иногда действительно какой-то ученик отсутствовал, и это помогает в таком задании). Слушай внимательно описание и попробуй представить то, что описывается. Возникает ли полная картина, или же некоторые места не прорисованы, неясны, не описаны?

Умение исчерпывающе описывать опыт крайне важно. Оно требуется не только для воспитания способности “видеть” явление, но и для экзаменов (и в девятом, и в одиннадцатом классах учащийся должен проделать лабораторную работу и описать ее ход).

Одна из главнейших задач курса физики, да и вообще естествознания, — научить детей внимательно наблюдать явления. Именно научить, потому что изначально ребенку (да и любому взрослому) это не присуще: мы видим только то, что для нас привычно и понятно, не замечая порой существенные детали общей картины (в разделе “оптика” будет тому достаточно примеров). Подобные феномены достаточно хорошо известны в психологии, особенно в сфере зрительного восприятия. Но детальное их рассмотрение, как мне кажется, относится скорее к старшей школе. В шестом классе приходится активизировать внимание детей специально поставленными вопросами (подобно тому, как это было сделано на первом уроке). Но только вопросами, а не указаниями увидеть или услышать что-то определенное — мы не должны ни в коем случае гасить собственную активность детей; ответы им следует получить самим.

Этот этап работы заканчивается тем, что учитель сам *собирает воедино* отдельные элементы описания и представляет ученикам полное описание явления (игры небольшого струнного оркестра) с точки зрения физика. Эта точка зрения уже была в неявной форме (в вопросах) предложена детям.

4. После этого следует переходить к выводу (обобщению, закономерности). Это — центральная и самая сложная часть урока, если учитель ставит своей целью развитие мышления детей. В некоторых случаях закономерность не является очевидной, и ее нелегко обнаружить на основании данных опыта. Но все-таки всегда возможно найти способы помочь детям самим открыть закон, а не давать его в готовом виде.

Примером одного из способов является решение известной задачи с лабиринтом,

имеющим несколько входов: ты должен найти путь извне в центр лабиринта, не имея возможности сначала простиорить этот путь из центра, то есть местонахождение центра неизвестно. В нашем случае “центр лабиринта” – это закономерность. Ученики не знают ее, учитель знает. Его задача – сначала при подготовке урока, “построить путь от центра к входу”, то есть закономерности дедуктивно (логически) прийти к опытным фактам. Затем, уже точно определить элементы в описании явления, из которых будут исходить ученики, простиорить встречный путь, расставляя на нем мысленные вехи и сформулировать их в виде ряда вопросов к детям. Они станут опорными пунктами при обсуждении в классе. Этот способ подходит для постижения неочевидных закономерностей. Он будет проиллюстрирован позднее.

Другой способ состоит в четкой формулировке исходного вопроса и затем удержании ответов и обсуждений в “пространстве” этого вопроса и описаний наблюдаемого.

На этом уроке может быть вновь сформулирован вопрос, записанный детьми вчера: *“Как связаны размеры инструмента и высота его звучания?”* После нескольких ответов дополним вопрос следующим: *“Каким образом музыкант извлекает более высокие звуки на одном и том же инструменте?”* Здесь мы услышим уже два типа ответов. Одни дети обратят внимание на то, что струна укорачивается, другие — на то, что музыкант переходит на более тонкую струну.

Так как некоторым детям трудно удерживать в своем мышлении все три связи, упомянутые в обсуждении, учитель может кратко зафиксировать их на доске:

инструмент меньше — звук выше
струна короче — звук выше
струна тоньше — звук выше

Теперь можно спросить тех детей, которые не участвовали в обсуждении: “Выше и ти ниже звучит укороченная струна? Как звучит струна увеличенной длины? Как вызвать более высокий звук?”

На самом деле дети имеют уже достаточно музыкального опыта (многие из них учатся играть на скрипке или виолончели), чтобы легко отвечать на подобные вопросы, и вывод уже фактически присутствует в их ответах. Учитель может лишь еще раз четко сформулировать его:

Вывод 1: Струна большей длины издает более низкий звук.

Струна меньшей длины издает более высокий звук.

Данная формулировка недостаточно точна с точки зрения физики. Чтобы достичь более точной формулировки, требуется еще несколько шагов. Учитель спрашивает: “Вы говорите, что выше звучит более короткая струна. А что будет, если струна ни короче, ни длиннее?” Если дети ответят, что она звучит так же, учитель задает следующий вопрос: “Так что же, по вашему выходит, что соседние струны на скрипке звучат одинаково?” Для активных детей класса это вызов. Они начинают наперебой объяснять “бестолковому” учителю, что эти струны неодинаковы. Что дело в том, что они разной толщины. “Скрипачи” добавят еще, что они по-разному натянуты. Тогда учитель спрашивает, что влияет на высоту звука. И записывает ответы на доске:

Затем учитель говорит: “У нас есть три разных способа, три условия достичь более высокого звучания. *Что будет, если мы одновременно укоротим и ослабим струну?* (Варианты обсуждаются.) Если менять одновременно все три условия, можно добиться более высокого звучания, но тогда нельзя сказать, что было причиной увеличения высоты. *Как же нам определить, как влияет только длина струны? Или только натяжение?*” Можно надеяться, что кто-то из сообразительных детей предложит менять

голько одно из условий, оставляя неизменными остальные. То есть уже в шестом классе мы пользуемся одним из эффективных методологических приемов научного исследования. Не следует, однако, тешить себя иллюзией, что дети усвоят этот прием. Чтобы он был осознан и усвоен большинством класса, его надо повторять ежегодно в течение нескольких лет. В этом же возрасте подавляющее большинство детей его не осознает. Даже если вместе с выводом записать уточняющую формулировку:

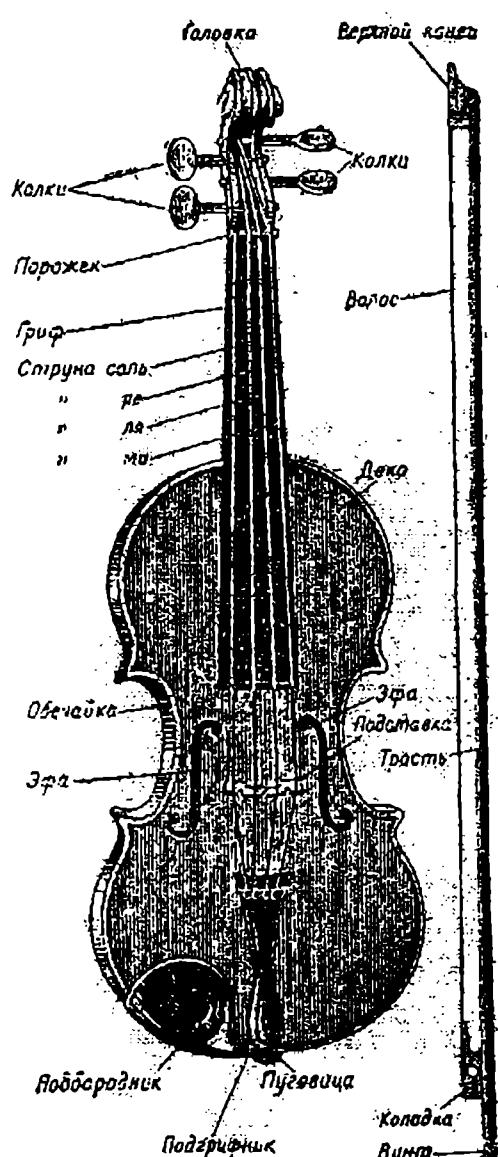
При условии, что это одна и та же струна и ее натяжение не меняется,

то все равно как показывает опыт, дети легко усваивают саму закономерность, данное же уточнение они могут запомнить только специально заучивая.

И в заключение учитель формулирует и записывает на доске еще один вывод:

Вывод 2: Сильнее натянутая струна издает более высокий звук.

5. Далее учитель рассказывает об истории создания скрипки (См., например: Раабен Л. *Скрипка*. — М., 1963; Тынянова Е. *Мастер Антонио Страдивари*. — М., 1934; Витачек Е. *Очерки по истории изготовления смычковых инструментов*. — М.—Л., 1952).
6. После этого рассказа дети под диктовку записывают рассказ учителя и оба вывода, полученных во время обсуждения.



Современная скрипка

История создания скрипки

История создания скрипки уходит в глубь средневековья. Предшественницей ее была виола (*viola* — итал.). Различные мастера совершенствовали и видоизменяли этот старинный инструмент, уменьшая ее размеры, облагораживая форму и звучание. Однако достоверно известно, что впервые придал скрипке ее современный вид и звучание итальянский мастер Андреа Амати (1535—1611), основавший в городе Кремона знаменитую на весь мир школу скрипичных мастеров. Его последователи Антонио Страдивари (1644—1737), Джузеппе Гварнери (1693—1744).

Вывод 1: Струна большей длины издает более низкий звук.

Вывод 2: Сильнее натянутая струна издает более высокий звук.

7. Учитесь сам или вместе с музыкантом демонстрирует следующие эксперименты.

а) С тремя флейтами: блок-флейтой, альтом и тенором. Сперва нужно продемонстрировать работу головки ("свистка") флейты. Затем на каждом инструменте учитель играет одну и ту же мелодию (приблизительно по 1 мин.) После этого на блок-флейте медленно проигрываются нисходящий и восходящий звукоряды. Потом учитель извлекает из той же блок-флейты более высокие звуки — но не за счет прикрывания отверстий, а путем усиления воздушного напора.

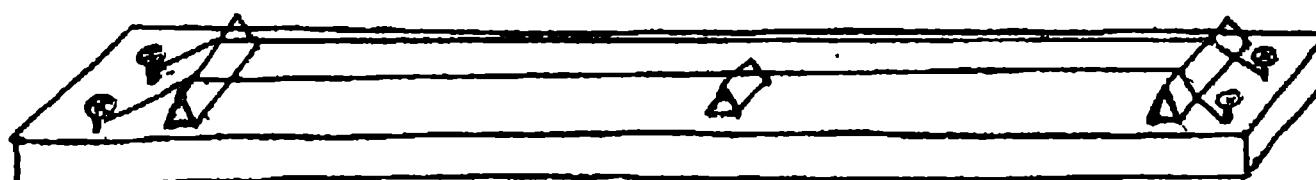
Перед началом этого и следующего эксперимента учитель задает вопрос: "Какой из инструментов будет звучать выше?" Учащиеся должны ответить до эксперимента. После эксперимента дети устно описывают его, отвечая на второй вопрос учителя: "Как флейтист извлекает более низкие и более высокие звуки?"

б) с тремя барабанами, с ксилофоном и с тремя треугольниками различной величины. На барабанах отбивается одинаковый ритм. На ксилофоне и треугольниках играется простая мелодия, состоящая из трех нот.

После эксперимента дети делают его описание, отвечая на аналогичный вопрос учителя.

Перед третьим экспериментом учитель должен кратко обсудить с детьми, что им известно о музыкальных интервалах. Следует обратить их внимание на тот факт, что приятны на слух не любые сочетания двух звуков, а только вполне определенные, как будто между ними существует некоторая гармония и точность, подобная математической. В результате этого обсуждения дети должны прийти к непростому выводу — осознать, что в основе музыки лежит некоторая гармония, гармоничные сочетания звуков.

в) На одинаковых струнах гитары или самодельного монохорда*



(последнее нагляднее) пробуют, пользуясь "руководящими указаниями" класса ("Что следует делать: укорачивать или удлинять струну?"), найти такую длину второй струны с тем же начальным натяжением, которая звучит точно на октаву выше. На глаз фиксируют результат — отношение длин струн ($\approx 2/1$) — целая струна в два раза длиннее.

Затем, изменив натяжение обеих струн и настроив их на другой тон, вновь повторяют эксперимент. Его может проводить как учитель, так и кто-либо из детей. И вновь тот же результат — $2/1$.

Можно еще раз изменить натяжение и в третий раз проделать тот же опыт. Снова фиксируя отношение длин струн.

Далее мы делаем устное описание опыта.

г) Можно проделать тот же эксперимент еще раз, но на этот раз взять не октаву, а квинту. Следует предварительно спросить детей, в каком месте, по их мнению, стоит зажать вторую струну, чтобы она звучала на квинту выше первой (целой)? Затем проделать 2—3 опыта, каждый раз оценивая на глаз отношение длин струн: целая струна всякий раз примерно в полтора раза длиннее (то есть отношение длин $\approx 3/2$).

*Самодельный монохорд лучше всего сделать из крепкой доски толщиной 40—50 мм. Длина ее 1 метр 20 см, ширина 12—15 см. По краям доски надо закрепить два березовых уголка (ребра) высотой 20—25 мм так, чтобы между их гребнями расстояние равнялось 100 см. Третий уголок должен быть на 1 мм ниже. Он служит подвижным упором при поиске октавы и квинты. Именно к нему прижимают струну. Высота его должна быть такова, чтобы это не меняло натяжение струны. Далее берутся две одинаковые стальные струны. С одной стороны их надо жестко закрепить, с другой — поставить колки. В качестве колков (регуляторов натяжения) можно использовать пару мощных (Ø7 мм) шурупов с просверленным поперечным отверстием в верхней части. Струны должны идти параллельно на расстоянии 5—7 см друг от друга.

И опять мы устно описываем опыт.

8. Домашнее задание: (каждый раз, предлагая задание на дом, нужно кратко перечислить все проделанные опыты, иначе некоторые дети могут что-то упустить).

1. Сделай письменные описания опытов с флейтами и ударными.

2. Сравни скрипку, флейту и барабан и дай письменные ответы на следующие вопросы:

Что звучит в каждом из этих инструментов?

Что вызывает звучание?

Как меняют высоту звука?

Какие инструменты играют ритм, а какие — мелодию?

3. Опиши, как проводились опыты с монохордом и какое отношение длин струн мы получили для октавы и для квинты. Нарисуй монохорд.

9. Учитель собирает тетради для первой проверки. Так как детям предстоит еще сделать домашнее задание, он должен успеть выполнить эту работу до конца уроков. Следует просмотреть домашнее сочинение и первую попытку описания, а также оценить ведение тетради. В сочинении следует обратить внимание на наличие и обоснованность собственного мнения. В первом описании — на полноту картины.

В ведении тетради — на аккуратность, наличие полей, использование цвета и т.д. Свои замечания учитель вписывает в тетрадь (желательно простым карандашом).

Урок 3. Общие закономерности звучания различных видов музыкальных инструментов. Музыкальная гармония. Физический аспект: соотношение длин струн и музыкальные интервалы.

1. Урок начинается с работы над отрывком из “Фауста”. Продолжается разучивание, но теперь уже учитель не читает один. Класс сразу же рецитирует четверостишие за четверостишием вместе с педагогом и повторяет его (можно без учителя). В заключение весь отрывок читается целиком. После чего дети продолжают разучивать канон. Эта часть урока занимает около 20 минут, постепенно сокращаясь по мере того, как дети переходят от разучивания ко все более совершенному исполнению.

2. Перед зачтыванием домашних описаний возвращаемся к материалу прошлого урока, чтобы получше закрепить в памяти изученное, а также глубже усвоить и понять выведенные закономерности. На сухом методическом языке эта работа называется отработкой и закреплением материала.

Для нас же существенно, что любой важный материал должен пройти три этапа, распределенные по трем различным дням. Первый — наблюдение и описание явлений. Второй — обсуждение явлений, поиск и формулировка закономерностей. И третий — применение этих закономерностей для решения задач.

Значение пауз между этими тремя ступенями работы очень велико. В течение этих пауз, как показывает практика, материал бессознательно перерабатывается учащимися. Усваивается, если использовать педагогическую терминологию. Мой опыт показывает, что легче осмысливать явление не сразу после его наблюдения, а на следующий день. Конечно же, эта пауза имеет смысл и эффективно работает только при ежедневной (эпохальной) организации занятий. Если интервал между наблюдением и осмыслением длится неделю, то происходит противоположное — материал забывается. Ведь на следующий день у детей в памяти еще живы разнообразные мелочи и детали, которые не вошли ни в одно из описаний, и во время обсуждения они могут всплыть в

сознании.

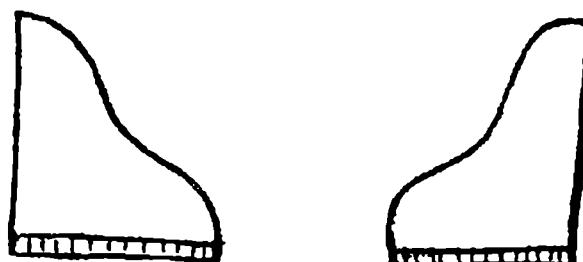
Во время второй паузы закономерности проходят дальнейший процесс подсознательного усвоения, понимания. Можно сказать, что они как бы лучше укладываются в сознании. Ведь в учащихся, которые участвовали в обсуждении (даже в роли слушателей), наряду с тем, что было, подобно некому экстракту, сформулировано как закономерность, живет некоторое “облако смысла”, некоторый мысленный контекст обсуждений, помогающий понимать эту закономерность (ее конкретную формулировку). Через неделю этот мысленный контекст (многообразие мысленных связей, неформализованных и формализованных смыслов, деталей обсуждения) растворится. Восстановить его будет практически невозможно. Придется как бы заново прорастивать понимание. На следующий день все это еще живо и легко может быть актуализировано при решении задачи (или в ответах на вопросы).

Если же пытаться применить закономерность или новые понятия в тот же день, когда они были “открыты”, мы наталкиваемся на непонимание. Дети не могут ответить на простые вопросы, решить элементарную задачу. А на следующий день с теми же вопросами и задачами дети “расправляются” без труда. *Знание превратилось в определенное умение*, в способность. Понимание пришло не сразу, а постепенно. Оно углубляется и в то время, когда дети *применяют закономерность* для решения задачи. При этом важно, что задача вынуждает детей *использовать знание, понятие*, как средство для анализа новой ситуации, которую выстраивает учитель.

Кое-что неплохо просто вспомнить. Например, *каковы имена великих скрипичных мастеров? В каких веках создавались знаменитые скрипки? Сколько столетий скрипкам, на которых играют сегодня знаменитые музыканты?* (*Одних скрипок Страдивари насчитывается сегодня около 1150!*)

Затем несколько вопросов (“задач”) на применение закономерности:

- а) У пианино внутри много струн различной длины. Какие струны соответствуют клавишам, нажимая которые, мы слышим высокие звуки?
- б) Рояль имеет сложную форму (я все время путаю, слева или справа он длиннее).



Вдоль всего корпуса идут струны, как показано на рисунках. Какой рисунок верен?

При ответе надо помнить, что клавиатура рояля, как и фортепиано, идет слева направо на повышение тона. Ответ надо обосновать” .

в) Ваш друг предлагает вам выбрать одну фарфоровую чашку из двух. Выбор вы должны сделать, закрыв глаза. Чашки сделаны из одинакового материала и имеют одинаковую форму. Как выбрать большую чашку?

г) “У пианино внутри много струн различной длины”. Какие струны соответствуют клавишам для высоких нот, а какие — для низких?”

3. Эти вопросы уже подвели нас к *обсуждению домашнего задания*. Дадим сперва детям возможность вспомнить опыт с флейтами.

Затем обращаем внимание на вопросы домашнего задания, оставленные на доске с прошлого урока. Заметим сразу, что не так легко на основе наблюдений ответить на вопрос о том, что звучит, когда мы слышим флейту. Дети сразу же дадут вариант — деревянный корпус инструмента. И тогда учитель должен вместе с детьми, опираясь на их суждения, внимательно *сопоставить* это предположение с той картиной, которую

детьи вчера *наблюдали*.

Это один из главных приемов, используемых в обсуждении при поиске закономерности. Дети часто выдвигают гипотезы, никак не связанные с наблюдением, и учится нужно постоянно терпеливо возвращать их к фактам, учить соотносить свои идеи с тем, что действительно происходило, использовать именно *факт в качестве критерия истинности или ложности предположения*.

И в ответ на эту гипотезу, предложенную детьми, учитель спрашивает: “Что в виденном нами вчера подтверждает это предположение?” На каких фактах мы основываем его?” Отвечая на эти вопросы, ученики понимают, что вчерашние наблюдения подтверждают суждение о звучании корпуса флейты.

“Что еще может звучать во флейте?” — Если после этого вопроса никто из детей не догадается, что звучит воздух внутри флейты, учитель продолжает вести детей к верному предположению (Но это, кстати, можно и не делать, так как данный случай является материалом восьмого класса, в котором изучаются звуковые волны. И учитель вправе дать детям готовое суждение или же все-таки опустить рассмотрение духовых инструментов.) Он обращает внимание детей на некоторые факты — прежде всего на работу пальцев, зажимающих отверстия.

Спросим ребят: “Как меняют высоту звука на флейте? Как получают один за другим все более низкие звуки?” — Они обязательно ответят, что для этого играющий закрывает все большее количество отверстий. “Какие отверстия он закрывает: нижние, верхние или это все равно?” — Вначале закрывают самые верхние, затем пальцы спускаются все более ниже, при этом тоже становится все ниже. Чем больше отверстий закрыть, тем ниже звук. Это наблюдение уже звучало в описаниях детей.

“Меняют ли мы размеры инструмента, закрывая отверстия?” — Нет. “Что же мы изменяет при этом?” Мы меняем путь воздуха — скорее всего ответят дети. Но если они опять не догадаются, обратим их внимание еще на один момент: “Что мы делаем, чтобы флейта зазвучала?” Дуем в нее. — Значит, звук вызывает наше дыхание (напор воздуха). “Что происходит с этим воздухом, когда мы закрываем все больше отверстий?” Теперь ученики точно поймут, что мы изменяем путь выдыхаемого воздуха.

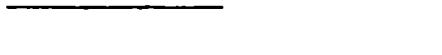
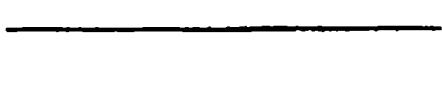
Если же мы считаем, что нам пока не стоит забегать вперед, обращаясь к материалу восьмого класса, можно, не вдаваясь в подробности, удовлетвориться выводом о том, что и в случае с флейтой верен вывод: чем больше размер инструмента, тем ниже его звучание.

Далее мы выслушиваем *описания опыта с ударными инструментами*, и дети отвечают на вопрос: “Есть ли связь между размерами звучащего тела и высотой извлекаемого звука у ударных?”

Затем учитель просит *описать опыт с монохордом*, после чего он записывает на доске:

Интервал	Струны	Отношение длин
октава	_____	2/1
квинта	_____	3/2

Слева или справа на доске делается такой рисунок.



и учитель спрашивает: “А как звучала струна — длина которой чуть больше половины целой?” — Две ноты были по-отдельности приятны для слуха, но вместе они не вызывают приятных чувств, звучат не в лад, гармонии (созвучия) не наблюдается. Наш слух это замечает. Можно спросить детей: “Почему мы различаем гармоничные

сочетания звуков (интервалы) среди всех остальных? Человек настроен на эту гармонию? Или же дело не в нем, а в самих звуках?" Но лучше эти вопросы так и оставить вопросами, ибо они очень серьезны и глубоки и найти ответ на них, тем более в этом возрасте, крайне трудно.

Вернемся к рисункам на доске. Теперь учителю предстоит сообщить ребятам несколько дополнительных фактов. (Не следует думать, что все факты ученики узнают только из экспериментов. Учитель может рассказать о каких-то фактах. Но только о фактах. Закономерности дети должны открывать сами. Учителю следует это всегда различать).

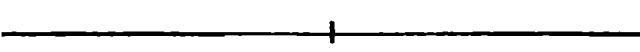
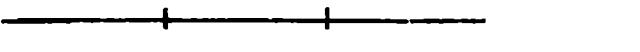
Перед тем, как учитель поставит следующий вопрос, следует вспомнить, как звучат интервалы и их последовательности. Их можно пропеть, сыграть на флейте и т.д. Важно, чтобы учащиеся сами узнавали интервалы. В итоге на доске (рядом с основным рисунком) появляется запись (таблица 1):

октава	— самое большое различие в высоте двух тонов	Второй тон все более удаляется от первого
сентима		
секста		
квинта	Как меняется второй тон?	Он становится выше
квартта		
терция		
секунда		
прима	— струны звучат в унисон	

После этой записи учитель может задать вопрос: "В какую сторону следует перемещать уголок монохорда от того положения, которое он занимает при квинте, чтобы найти кварту?" Дети легко определяют: дальше от центра струны.

После этого учитель сообщает, что струна будет звучать в кварте при отношении 4/3, а в терции — 5/4.

Далее учитель заполняет таблицу 2:

Интервал	Струны	Отношение длин
октава		2/1
квинта		3/2
квартта		4/3
прима		1/1

Теперь следует определить отношения длин струн, которые не дают гармонии созвучия. Ученики сами не измеряли эти струны, их длину они определяют по рисунку, сделанному учителем на соседней доске. Рассмотрим разные возможности и зафиксируем результаты на доске рядом с рисунком:

длинная струна — 100 см

короткая струна: 51 см

52 см

53 см

52/100

53/100

55/100 = 11/20

Итак, сейчас у нас имеются данные для суждения о том, как отличаются соотношения длин струн красиво звучащих,озвучных (консонирующих) интервалов от таковых для “некрасивых” (диссонирующих) интервалов. Учитель еще раз обращает внимание детей на отношения в случае консонансных интервалов и спрашивает: “Какое отличие вы наблюдаете?” Ответы надо выслушать (без критики) все, один за другим, как бы “набрасывая их в одну кучу”. Среди ответов могут быть совершенно поверхностные сравнения — вроде того, что во втором случае знаменатели больше, но кто-то из учеников обязательно заметит, что в случае консонансных интервалов мы имеем более простые отношения чисел. Выслушав всех детей, учитель выбирает утверждение о простых отношениях чисел и предлагает классу с этой точки зрения на записанные на доске данные: 2/1, 3/2, 4/3. Действительно представляют собой простейшие отношения первых чисел натурального ряда (1,2,3,4).

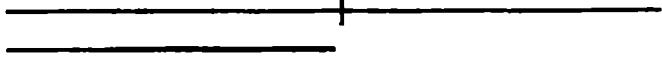
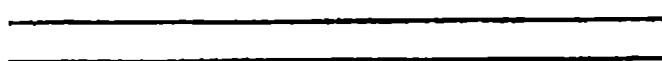
Развивая тему связи между музыкальной гармонией и числовой гармонией, учитель рассказывает детям о *Пифагоре*, его жизни и идее об отражении числовой гармонии в мире, в музыке, в космосе (см. Диоген Лаэртский “О жизни, учениях и изречениях знаменитых философов. — М., 1995 — с. 336—350, 459—475; Ямвлих “Жизнь Пифагора”. — М., 1997; Жмудь Л.Я. “Пифагор и его школа”. — Л., 1990; Шюре Э. “Великие посвященные”. — М., 1990).

В итоге учитель сам формулирует вывод: красивые (гармоничные) сочетания тонов связаны с красивыми (простыми) отношениями длин струн.

4. После этого дети записывают в тетради выводы и конспект текста о Пифагоре, а также записывают соотношение длин струн для музыкальных интервалов:

Гармония в музыке и числовая гармония. Пифагор.

Вывод 1. Опыты с монохордом показали, что мы слышим гармоничное сочетание тонов именно в тот момент, когда длины струн находятся в определенном отношении:

Интервал	Струны	Отношение длин
октава		2/1
квинта		3/2
квартा		4/3
прима		1/1

Вывод 2: Красивые (гармонические) сочетания музыкальных тонов связаны с простыми, красивыми отношениями длин струн.

Эта удивительная связь между музыкой и математикой раскрывается в учении знаменитого философа, математика и астронома Древней Греции **Пифагора**, жившего в VI веке до нашей эры (570—497 г.). Пифагор хотел, чтобы люди узнали, что в мире царствуют гармония и красота, и научились любить мир. Тот мир, в котором они живут,

и тот мир, который может жить в душе у каждого человека. Образом этой красоты для Пифагора была числовая гармония, поэтому он говорил: “Все есть число!” Гармония пронизывает все, нужно только научиться видеть ее. Вселенная по Пифагору — стройное сочетание небесных сфер, в центре которых находится Земля. Со сферами движутся планеты, Солнце, Луна и звезды. Каждая сфера издает свой музыкальный тон, и звучание всех сфер вместе образует гармонию, “музыку небесных сфер”, не доступную обычным смертным. Но ее может услышать тот, кто стремится к познанию истины.

5. Затем переходим к *опытам*. Напоминаем, как трудно было обнаружить, что во флейте звучит воздух. Ведь он же невидим. *“А можно ли сделать звук видимым? Можно ли увидеть форму звука?”* Это вопросы не для обсуждения, они просто предваряют дальнейшие наблюдения. Учитель говорит: “Около двухсот лет назад немецкий физик Эрнст Хладни придумал, как сделать это”.

Далее учитель проводит опыты с хладниевыми фигурами (см. описание у Макензена, стр. 73—74). Сперва дети просто следят за действиями учителя, слушают звучание и смотрят на появляющиеся на пластинах фигуры из крупинок соли.

Затем учитель дает задание: взять блокноты и карандаши и подойти поближе к установке; внимательно наблюдать за действиями учителя и поведением соли на пластине; после окончания каждого опыта быстро набросать положение смычка, пальца и соли на пластине. Записать также, какой высоты был звук (по отношению к предыдущим).

Выполняются следующие варианты опытов. На круглой пластине: смычок и палец расположены под углом 45° и 90° . На квадратной: палец касается ребра пластины в самом углу, смычок — расположен на расстоянии $1/4$ длины стороны от пальца; палец — там же, смычок — в середине стороны квадрата; палец и смычок касаются противоположных точек одной из сторон квадрата.

6. После окончания первого опыта дети подробно его описывают: где водили смычком, в каких местах соль подпрыгивала особенно сильно, в каких — менее всего. Где собиралась она в конце опыта. Какой был звук.

Остальные опыты можно описывать очень коротко, просто отмечая положение пальца и смычка, форму конечной фигуры и высоту звука.

7. Усадив детей за парты, учитель дает им *домашнее задание*:

- 1) Опиши опыт с фигурами Хладни, аккуратно зарисовывая каждую фигуру.
- 2) Подумай и запиши ответы на вопросы:

Как объяснить поведение соли?

Что можно сказать о тех местах пластины, в которых соль собирается в плотные скопления? А о тех, с которых соль “ходит”?

Какую роль в этом играет смычок, а какую — палец?

Урок 4. Хладниевы фигуры.

1. Рецитация и пение продолжаются. Можно начать работу над звуковым строем стихотворения.

2. Далее некоторым детям дается возможность нарисовать на доске различные фигуры Хладни, наблюдавшиеся накануне. Пока они рисуют, учитель получает возможность, пройдя по рядам, посмотреть зарисовки в тетрадях. Следует обратить внимание на точность и аккуратность. Обычно ученики выполняют эту работу очень

усердно, и это уже хорошо.

Когда рисунки готовы, один из учащихся (лучше из тех, кто не рисовал на доске) зачитывает свое описание. Весь класс слушает особенно внимательно, так как учитель дает задание добавить те важные детали, которые упустил читающий. Звучат эти дополнения, и после, чтобы дети еще ярче представили этот опыт, учитель сам еще раз, живо и ясно, описывает процесс. К примеру, так:

“В одних местах пластины соль начинает высоко подпрыгивать, причем одновременно крупинки смещаются из этих мест к краю или же к другим частям пластины, где соль лишь слегка подрагивает. В этих местах крупинки соли собираются, накапливаются и остаются лежать до полного прекращения звучания. Причем все эти скопления соли образуют в результате красивую симметричную форму”.

Настоящее время в таком описании не случайно, так как создает эффект происходящего здесь и сейчас.

3. Затем учитель активизирует учеников к вопросам: “*Как объяснить такое поведение соли?*” Учащиеся без труда догадываются, что причина — в движении пластины, в том, что она толкает крупинки и что эти толчки постоянно повторяются. Для наглядности этого процесса можно попросить кого-нибудь из детей показать с помощью рук, как он представляет себе эти движения пластины и крупинок — ученик двигает руками так, будто “чеканит” шарик ракеткой от пинг-понга.

Следует, правда, оговориться, что ответы детей не всегда сразу попадают в цель. Иногда возникают далекие от действительности ассоциации или фантазии. Их нельзя просто отбросить, учитель должен анализировать вместе с детьми каждое неточное или неверное предположение. Ему нужно быстро схватить суть каждой идеи, сформулировать ее так, чтобы она стала понятна другим ученикам и они могли сопоставить ее с тем, что наблюдали. И это требует немалого искусства и хорошей реакции, ведь предугадать, что придет детям в голову, заранее невозможно. Каждая такая ситуация помогает воспитывать мышление. Если же просто отклонить неверное предположение, то (помимо того, конечно, что ребенок обидится), логика обсуждения на уроке будет не последовательной, а обрывистой, хаотичной. Кроме того, у детей будет постепенно формироваться подсознательное убеждение: существует только один правильный ответ, который учителю уже известен, а мы лишь можем его угадать. Это снижает познавательную активность детей.

Если же учитель принимает любые идеи детей и делает хотя бы один-два шага в направлении их развития, логика обсуждения на уроке становится более последовательной, упорядоченной. Иногда при сопоставлении какого-то предположения с опытом противоречие сразу становится очевидным (в том числе и “автору идеи”), тогда мы отбрасываем его без дальнейших обсуждений, так как основания в этом случае понятны всем. Труднее бывает в том случае, когда не ясна связь высказывания с опытом или же ученик не может выразить свои мысли. Тогда учителю приходится задавать вопросы, чтобы прояснить суть идеи или помочь ребенку точнее сформулировать мысль.

А для класса это еще и прекрасное упражнение для развития способности слышать и понимать другого. Ведь часто дети, желая высказать свою идею, не слышат никого вокруг. Учитель сам всегда со вниманием относится к суждению каждого ребенка и требуя этого от учеников, приучает их слушать друг друга и ценить любое суждение. Ведь иногда именно из неожиданных суждений вырастают интересные и содержательные обсуждения.

Вернемся к фигурам Хладни. После того, как дети продемонстрировали, как

наглядная картина движется пластина и крупинки, учитель еще раз обращает внимание на то, что движение пластинок является повторяющимся, но при этом пластина в целом сохраняет свое положение. Далее учитель вводит новое понятие — колебание, которое обозначает такие повторяющиеся движения, когда предмет в целом не перемещается. В этом возрасте давать точную дефиницию этого понятия не требуется — оно еще не раз встретится детям (см. 7, 9 классы) и будет впоследствии уточнено и более строго сформулировано.

Теперь, когда основная причина поведения соли найдена, можно обратиться и ко второму вопросу домашнего задания: “*Как возникает хладниева фигура?*” Здесь возможны два уровня ответов. Первый описывает возникновение фигуры в тех местах, где пластины вовсе не вибрируют (так называемые узлы, узловые точки и линии) или же вибрируют слабо, так что фигуры образуются только из тех крупинок, которая была на них посыпана перед опытом; остальные просто слетают с пластины. Во втором варианте описания обращается внимание также и на тот факт, что часть сильно подпрыгивающих крупинок, смещаясь к неподвижным местам (узлам) пластины, увеличивая плотность соли в этих местах. И после может быть задан третий вопрос: “*Какую роль в процессе образования фигуры играют смычок и палец?*” При этом учитель обращает внимание учащихся на рисунки фигуры на доске (на них должны быть изображены положения пальца и смычки). Можно специально попросить детей отметить (хотя это чаще всего и не требуется), как связаны положение пальца (смычки) и расположение соли. Дети легко замечают, что соль скапливается там, где находится палец. Отсюда делается вывод, что палец образует точку покоя на пластине. Около смычки соли нет. Вывод: смычок вызывает колебания пластины. Именно тот край пластины, вдоль которого он скользит, движется сильнее всего (здесь расположена область кучности), крупинки подскакивают в этом месте очень сильно.

4. После этого обсуждения учитель рассказывает детям о том, что подобные, только еще более разнообразные формы вибраций, можно было бы наблюдать и у деки скрипки или у крышки фортепиано, только для этого мало пригоден метод посыпания крупой. Без корпуса струна звучала бы очень тихо. Корпус инструмента, если он хорошо сделан, звучит в тон со струной, придавая этому звучанию красивую окраску. Можно представить себе, как сложные и вместе с тем гармоничные невидимые картины быстро сменяют друг друга в корпусе вибраций какой-нибудь старинной скрипки, на которой играет знаменитый музыкант. Но не эти удивительные картины, а нечто необыкновенное, имя которому — музыка, владеет душами многих сотен людей, присутствующих на выступлении. И сама эта музыка впервые прозвучала без инструмента — в душе композитора. Там, где возникает и живет музыка, не нежны никакие инструменты, никакие вибрации. Людвиг ван Бетховен слышал и сочинял прекрасную музыку даже тогда, когда его ухо потеряло способность слышать. Музыка рождается и живет глубоко внутри человека. Инструмент — лишь посредник, позволяющий нам услышать музыку, рожденную гением. Если музыкант плох, то и скрипка Страдивари не вызовет отклика у слушателей. Если слушатели невежественны, если их души не настроены на музыкальную гармонию, то никакой виртуоз, никакое гениальное музыкальное произведение не найдет в их душе отклика.

5. После этой беседы дети записывают в тетради конспект:

Фигуры Хладни

200 лет назад немецкий физик Эрнст Хладни (1756—1827) сумел сделать звук видимым.

Объяснение возникновения фигур: там, где ведут смычком, возникает вибрация

(дрожание). Соль ложится на пластины в спокойных местах, на тех же местах пластины, которые сильноibriают, соль высоко подпрыгивает. Из-за этой вибрации она не может удержаться на своем месте и смешается в более спокойные точки.

Вывод из наблюдения фигур Хладни: Каждому тону соответствует своя форма. Подобная вибрация наблюдается также во всех музыкальных инструментах (струна, воздух, кожа на барабане, корпус инструмента). Такой род повторяющегося движения физики называют колебанием. Везде, где мы встречаем звук (тон), нам одновременно встречается и колебание.

Независимо от того способа, каким мы извлекаем звук (пальцами, смычком, чемто иным), каждая струна издает свой тон. Музыкальный тон передается далее резонансному корпусу, который усиливает звук и придает ему определенную окраску.

Вместе с тем музыка не сводится к колебаниям. Она рождается и живет внутри человека, делая мир прекраснее. Может быть, не зря в древности считали, что в мире существует гармония небесных сфер.

6. Демонстрации опытов:

а) На горизонтально укрепленном стержне подвешен за веревочки ряд предметов: пластинки из свинца, меди, алюминия, стали, оргстекла, фанеры, стекла — примерно одного размера и формы. Учитель просит детей закрыть глаза и определить на слух, что звучит. Дети отгадывают. Затем отдельно выслушиваются уже с открытыми глазами звучания различных металлов. Дети должны постараться словами описать звук каждого и сравнить его с другими. Затем вслушиваются в их звучание и определяют, чем они отличаются от звуков, производимых металлическими пластинами.

б) На столе учителя стоят семь чашек, они могут быть различными, но среди них обязательно должна быть одна с трещиной. Один из учащихся (ассистент) бьет легонько палочкой по всем чашкам по очереди. При этом чашки следует закрыть каким-нибудь экраном, чтобы дети их не видели. Затем ученики описывают звучание. После учитель просит одного из учащихся найти чашку с глухим тусклым звуком. Потом экран убирают, указанная чашка ставится поодаль и ассистент проверяет правильность ответа. После этого чашка демонстрируется всем учащимся.

7. Домашнее задание:

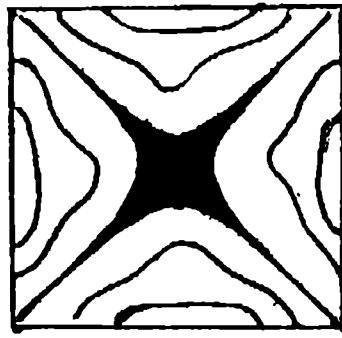
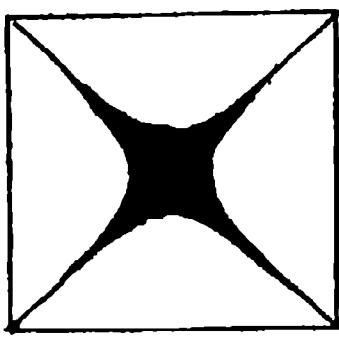
- 1) Опиши опыты с пластинами (лучше перечислить их) и с чашками.
- 2) Проделай, пронаблюдай и опиши также опыты с собственным голосом.
 - Пропой поочередно гласные а, э, и, о, у и определить где они образуются;
 - Проговори согласные и определить, где и как они образуются. Попробуй их спеть. Есть ли такие, которые можно “пропеть” без гласных?
 - Можно ли петь без голоса? Можно ли говорить без голоса (шепот)?
 - Пропой звук а высоко и низко. Чем отличаются ощущения в горле?

Урок 5. Человеческий голос. Строение гортани.

1. Продолжается работа над отрывком из Гёте. Впервые мы пробуем петь канон на два голоса. Можно не только петь, но и читать стихи каноном — например, четверостишие по-немецки.

2. Сперва решим вместе несколько качественных задач, это дает возможность вспомнить кое-что из пройденного материала.

На доске нарисованы две квадратные пластины различного размера.



Учитель задает первый вопрос: “Какая из пластин издает более высокий звук при одинаковых условиях (то есть положении пальца и смычка)”?

Получив ответы и выяснив, почему дети так считают (потому что мы обнаружили ранее закономерную связь между размером тела и высотой звучания), учитель задает следующий вопрос: “Какие части пластины, изображенной на первом рисунке, колеблются сильнее всего, а какие находятся в покое?” — И после того, как дети ответят следует второй вопрос, менее понятный для большинства: “Где на второй пластине наблюдаются узлы, а где пучности?”

Следующий вопрос: “Где, по вашему, мог находиться палец, а где смычок, когда образовывались нарисованные здесь фигуры?” На рисунках отмечаются синим и красным различные предполагаемые варианты положения пальца и смычка. Учитель просит объяснить одного из учащихся, почему он так считает (см. вчерашнее объяснение расположения узлов возле пальца и пучностей возле смычка).

Последний вопрос вовсе не тривиален и адресован тем детям, у которых есть способность “чувствовать” материал, а не только логически мыслить: “Если пластины одинакового размера, то какая из фигур свидетельствует о более высоком звучании?” (Там, где колеблющиеся поверхности меньше размером и где, соответственно, больше узлов и пучностей). Вполне достаточно, если в ответ на этот вопрос дети укажут на один из рисунков, однако некоторые способны даже дать обоснование. Обоснование это лежит целиком в плоскости сопоставления, увязывания в единое мыслительное целое отдельных наблюдений: чем меньше струна — тем выше звук, чем меньше размер корпуса инструмента (скрипка, блок-флейта, маленький барабан и т.д.) — тем выше звучание, при более высоком звучании мы наблюдаем более сложные фигуры Хладни (на последнем не было заострено внимание во время вчерашнего обсуждения).

Это задание не должно занимать более 15 минут, так как впереди еще достаточно много других обсуждений. И вместе с тем оно необходимо как третья ступень изучения темы. Эта ступень в описанном выше примере имеет две принципиальные особенности: *продуктивность* и *комплексность*. Продуктивность заключается в той форме, в которой происходит закрепление материала, — это не просто воспроизведение выученного, а *повторение в процессе решения задачи*, при анализе новой, не встречавшейся ранее ситуации. Такой способ можно назвать “*активным повторением*” в противоположность традиционно “*пассивному повторению*”, в котором задействована лишь память. В процессе “*активного повторения*” знания выполняют активную роль — роль средства, необходимого для решения различного рода задач, тогда как при “*пассивном повторении*” они могут восприниматься как просто грузом, малополезное бремя для учащегося.

Второе качество, *комплексность*, выражается в том, что учащемуся предлагаются не ряд не связанных между собой задач и вопросов, а одну, целостную ситуацию, к которой относятся все вопросы и задания. Преимущество такого рода заданий очевидно: они позволяют сформировать умение комплексно рассматривать действительность — во всем ее разнообразии, с многочисленными взаимосвязями — в отличие от традиционных задач, в которых ученикам предлагаются отдельные элементы действительности, выдернутые из общего целого и лишенные взаимосвязей.

3. Теперь дети зачитывают свои описания звучания пластин, сделанных из различных материалов. Затем учитель может еще раз попросить их закрыть глаза и отгадать, какой предмет звучит в данный момент. К тем предметам, которые демонстрировались во вчерашнем опыте, он может добавить звуки всех предметов, которые встречаются в классе: оконных стекол, рам, стен, доски, шкафов, карт, книг и т.д.

После этого один из учеников зачитывает описание опыта с чашками, и учитель задает общий вопрос: “О чем говорит нам звучание различных предметов? О чем может нам поведать звук, издаваемый телом?”

Учитель дает возможность некоторым детям высказать свои мнения без обсуждения. Далее учитель, если в этом есть необходимость может указать на то, что различные материалы по-разному звучат, и что по звуку можно узнать даже о том, что скрыто от глаз. Хорошо при этом вспомнить, как в магазинах проверяют качество посуды, фарфоровых и хрустальных ваз (легким постукиванием деревянной палочки), и как постукивая стены, ищут скрытые в них тайники.

Можно поговорить также о голосах животных (мычании коровы, львином рыке, пении певчих птиц и т.д.). Естественно, следует выбрать наиболее характерные примеры, в которых издаваемые животным звуки более всего соответствуют его облику и характеру. В этом нет ни подтасовки фактов, ни натяжки, так как разнообразие и контрасты вовсе не исключают наличия общих закономерностей.

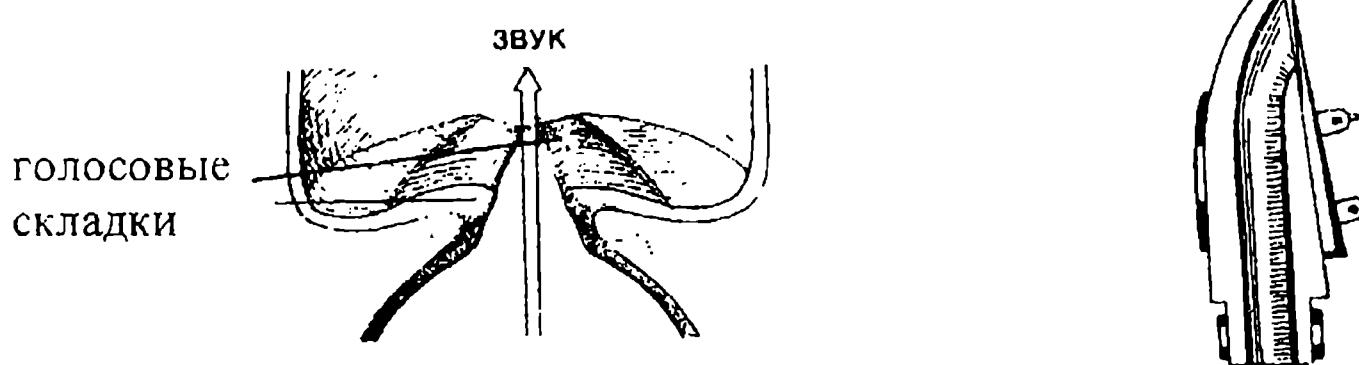
Немало интересных акустических явлений можно отыскать и в природе. Отдаленный гром свидетельствует о приближении грозы, шум ветвей в лесу — о ветре, журчание ручья в горах помогает путникам обнаружить живительный родник, скрытый под нагромождением камней и т.д. Нужно только предложить детям эту тему, и они сами найдут множество интересных примеров.

И наконец, нужно поговорить о звучании человеческого голоса. Можно спросить детей, кто из них по голосу узнает настроение своих родителей: сердятся ли они, радуются или серьезны.

Обсудив все эти многообразные проявления звука во всех природных царствах, подводим итог: звук способен сообщить нам о внутреннем, о состоянии или строении тела, о том, что порой недоступно нашему глазу. И в конце учитель читает детям, подготовленным сегодняшней беседой, стихотворение Иозефа Айхендорфа (стихотворение см. ниже).

5. В связи с рассмотрением гортани в этот день не проводятся никакие опыты. Мы лишь обсуждаем те эксперименты, которые дети проводили со своим голосом дома. (Это вполне оправданно, так как в классе производить подобные действия дети обычно стесняются). Эти эксперименты обсуждаются, учитель подводит итог и начинает рассказ о строении и функции человеческой гортани. Подробный материал для этого рассказа можно найти в статье “Человеческий голос” (журнал “В мире науки” — М., 1993. — № 1-2. — с. 50—58), а также в книге М. Макензена (с. 75—78). Главное — найти верный тон рассказа. Мне кажется очень оправданным предлагаемое М. Макензеном сравнение строения гортани с инструментом (что делает рассмотрение достаточно наглядным) и одновременно дистанцирование от натуралистического (анатомического) способа рассмотрения.

Рассказ иллюстрируется рисунками гортани (очень схематично) и кларнета. Но при этом не следует демонстрировать кларнет, и вообще нужно быть очень аккуратным и избегать отождествления живого человеческого органа с инструментом.



6. После этого дети под диктовку записывают в тетради краткое содержание рассказа учителя и перерисовывают рисунки.

О чем рассказывает звук? Человеческий голос.

Звук сообщает нам о свойствах и состоянии звучащего предмета, животного, человека. Мычание коровы созвучно ее любимому занятию — пищеварению. Львиный рык содержит в себе силу, которая как нельзя более подходит именно царю зверей. Ржание лошади выражает радость и удаль стремительной скачки. Пение птиц рано утром столь же высоко и красиво, как высок их полет над землей и красив солнечный восход, пробуждающий это пение.

Вывод: Звук способен сообщить нам нечто о внутреннем, скрытом от глаз.

Также и голос человека всегда говорит о том, радуется он или печалится, злится или преисполнен нежности. И мы можем услышать и почувствовать это силами своей души. В пении и речи выражается внутреннее человека: его душевное состояние и духовная сила.

Пение, речь и тело человека создают в нем музыкальный инструмент, о совершенстве которого великий скрипичный мастер Страдивари не мог даже и помыслить. Каждый звук нашего голоса требует согласованной работы легких, горла, губ, языка, зубов и всего человека в целом. Центральным органом этого сложного инструмента является **гортань**.

Выдыхаемый воздух, проходя через голосовые связки гортани, формируется в определенный тон и затем в полости рта оформляется в один из гласных звуков. Высота тона зависит от напряжения голосовых связок. При произнесении согласных звуков к этому еще прибавляется шум, создаваемый языком, губами, зубами, небом и т.д.

*Вещи уснули. В молчании сна
Песня, живущая в них, не слышна.
Если отыщешь заветное слово,
Мир нам в Звучанье откроется снова.
Йозеф Айхендорф*

7. Домашнее задание:

1) Прочитай все конспекты в своей тетради и напиши на последней странице "Оглавление". Далее перечисли, как это делается в обычных книгах, все темы и укажи номера страниц.

2) Напиши небольшое сочинение на тему: "Что же такое звук и какую роль он играет в природе и жизни людей?"

Этим заканчивается первая неделя изучения физики.

Урок 6. Повторение акустики. Оптика

1. Продолжается работа со звуком, выразительностью, интонацией и настроением гетевского стиха. Чтобы эта работа не наснула учащимся, каждый урок должно быть что-то новое. Одни и те же строки должны быть рассмотрены и проработаны каждый день под иным углом зрения. Может варьироваться также и сама форма работы над стихотворением (разучивание — произнесение хором всего отрывка целиком — класс и отрывок разбиваются на голоса — некоторые части стихотворения прорабатываются с отдельными учащимися.).

2. В форме небольшой (до 30 мин.) *викторины* подводятся итоги изучения акустики. Викторина строится так, чтобы она захватывала интерес ученика и одновременно давала возможность *каждому* самостоятельно выполнить свою часть общей работы. Т.е. в течение 30 минут действуются два важнейших элемента эффективной познавательной деятельности детей: совместное обсуждение (коммуникация) в группе одноклассников и активная индивидуальная работа.

Класс делится на группы по 4 человека (группы формирует учитель, стараясь в каждую группу подобрать ребят различных способностей). Каждая группа получает комплексное задание, которое она должна выполнить в течение 15 минут. Причем сперва группа должна обсудить и сообща устно выполнить в целом это задание, распределить материал между участниками (5 мин.). Затем (оставшиеся 15 мин.) группы друг за другом отчитываются перед всем классом, причем выступает каждый член группы.

В качестве материала могут быть выбраны различные музыкальные инструменты, имеющиеся в муз кабинете (помимо уже рассмотренных скрипки, продольной флейты и барабана). Желательно выбрать инструменты различных типов. К примеру можно принести в класс гусли, гитару, поперечную флейту, горн, металлофон. Хорошо, если в группе есть ученик, играющий на данном инструменте. Каждая группа получает свои инструменты. Задание формулируется для всех схожим образом: “Вы все видели викторину “Что? Где? Когда?” Сегодня вам предстоит также участвовать в викторине Но наша викторина — физическая и называется она поэтому несколько иначе: “Как? и Почему?” На ней вы должны строго следить за временем. И также как в “Что? Где? Когда?” от участия каждого зависит успешное выполнение задания всей группой. Кроме того, в классе не должно быть шума и гамы.” Далее учащиеся делятся на группы и рассаживаются в различных местах класса. Теперь дети получают инструмент и письменное задание (на карточке) Все задания формулируются следующим образом:

I. До первого гонга (10 мин.) обсудите сообща вопросы:

- 1) Что является основной звучащей частью инструмента? Каким способом вызвано звучание?
- 2) Как музыкант меняет высоту тона во время игры?
- 3) Что служит резонансным корпусом? Из какого материала он сделан?
- 4) Можно ли подстраивать инструмент и как это делается (как настроить его повыше?)

II. После гонга быстро распределите, кто на какой вопрос отвечает, и до второго гонга (еще 5 мин.) каждый должен написать развернутый и понятный ответ на отдельном листочке. Листок надо подписать, вложить в конверт с заданием и вручитьителю. На отдельном листке надо написать название инструмента и всех участников группы (подписывает тот, кто быстрее закончит). Напротив каждой фамилии надо поставить номер вопроса”.

Письменная форма задания имеет значение, так как основным источником знаний для учащихся до сих пор было слово учителя. Одна из задач средних классов — научить детей пользоваться также и различного рода текстами.

После подготовительной работы в группах ребята в очередности, установленной учителем (либо по жребию) выходят вместе с инструментом и рассказывают по очереди об его устройстве и работе (3—5 минут на каждую группу). Хорошо, если в начале рассказа учащийся, знакомый с инструментом, продемонстрирует, как на нем играют.

Далее встает вопрос: как оценить работу детей? Не в смысле балльной отметки, но в смысле объективной качественной характеристики рассказа каждой группы (индивидуальную работу на листках учитель проверит после урока). Можно, конечно же, дать возможность классу дать оценку работе товарищей, но если времени мало, эту работу проделывает учитель. При этом он должен обратить внимание на следующие стороны выступления (оценивается работа группы в целом, а не отдельные ответы):

- а) правильность ответов группы,
- б) было ли сообщение интересным,
- в) удалось ли кратко и вместе с тем исчерпывающе ответить на вопросы.

В завершение учитель должен поблагодарить ребят за то, что они дали возможность классу в краткое время познакомиться с целым рядом инструментов.

3. Теперь переходим к новой теме. Так как дети были достаточно активны на предыдущем этапе урока, следует перед опытом несколько успокоить это волнение, снять напряжение викторины. Здесь следует сказать несколько слов о том, что образно называется “дыханием урока”. Сдвоенный урок без перерыва только тогда имеет смысл и эффективен, когда в нем различные виды деятельности детей ритмически сменяют друг друга. При этом от учителя требуется наблюдательность и большая гибкость: он должен во время замечать признаки утомления, потери концентрации и плавно менять форму работы. Как долго дети смогут концентрироваться на определенной форме работы, никогда нельзя предвидеть заранее. По моему опыту наиболее утомительный для 6—7-классников является обсуждение на уроке, когда требуется максимальная внутренняя концентрация и прослеживание хода рассуждения, совместно выстраиваемого на уроке. Если этот процесс длится в этом возрасте более 20 минут — дети начинают позевывать (даже если обсуждение идет хорошо и они принимают в нем заинтересованное участие).

Итак, учитель начинает рассказывать детям небольшое вступление к предстоящему наблюдению. Если оно длится минут 7—10, этого вполне достаточно, чтобы немного успокоить (“усыпить”) детей, погрузив их во внутреннее созерцание образа, который формируется рассказом. Рассказ должен подготовить класс к восприятию опыта. Подготовить не интеллектуальным указанием на то, на что следует обратить внимание. В большей степени он нацелен на создание некоторой атмосферы, некоторого переживания, позволяющего детям не просто увидеть, но и *душевно погрузиться* в определенный феномен. Можно, например, рассказать о семилетнем ожидании солнечного света в одном из рассказов Рея Бредбери (*“Лето в один день”*).

4. Заканчивает свое вступление учитель четкими требованиями к учащимся на время предстоящего опыта: соблюдать полную тишину и ни в коем случае не баловаться. Остальное будет сказано непосредственно на месте проведения опыта. После этого все вместе спускаются в школьный подвал или какую-либо совершенно темную комнату, где все уже готово к его проведению. (Описание см. Макензен, стр. 83—84 и 114). Дети входят в полутемную комнату (горит всего одна свеча) и учитель расставляет их так, чтобы они стояли поодаль друг от друга. Затем учитель предупреждает детей, что они должны будут спокойно простоять некоторое время в полной темноте и очень внимательно наблюдать за своими чувствами в это время. Когда впереди появится едва заметный свет, нужно будет также внимательно следить за ним и за окружающими предметами: когда и как они становятся заметными? Каков их вид и цвет и как они меняются со временем?

Далее учитель гасит свечу и старается выдержать класс в темноте около минуты или хотя бы 30 секунд. (Это время он затем сообщит учащимся в классе, чтобы они почувствовали контраст между переживаемым (много дольше!) и “реальным” временем.)

Затем медленно поднимает напряжение (еще 2-3 минуты) до достижения максимальной яркости лампы. Через минуту можно "возвращаться".

5. По возвращении в класс следует очень скрупульсно *обсудить* все, что чувствовали и наблюдали дети. Собрать эти наблюдения и может быть даже вкратце зафиксировать их на доске. Если им трудно точно восстановить, когда появляются предметы, как они выглядят, когда появляется цвет, следует обязательно повторить опыт.

6. После этого дети записывают в своих тетрадях название нового раздела ("Оптика") и домашнее задание:

Опиши опыт. Не забудь при этом ответить на вопросы:

- а) Как ты чувствовал себя в темноте?
- б) Как менялось окружение по мере усиления света? (Когда появляются предметы? Как они сперва выглядят? Когда появляется цвет?)
- в) Какие чувства ты испытал, когда свет появился? Когда он стал совсем ярким?

Урок 7. Свет и тьма

1. Продолжается работа над отрывком из "Фауста". При пении канона на два (3) голоса важно предварительно вспоминать мелодию и подправлять тех учащихся, которые поют не точно. Постепенно учитель должен все более отходить на задний план, выполняя роль "дирижера", а не непосредственного участника. И в тот момент, когда стихотворение или канон будут освоены в такой степени, что уже невозможно будет сделать новых шагов в развитие этого материала, его следует заменить новым. Опыт показывает, что данного отрывка хватает на полных 3 недели.

2. Учитель просит 3 детей *зачитать свои описания*. Остальные слушают. Описания не обсуждаются и не критикуются, так как среди них могут быть представлены и тонкие, интимные переживания, к которым следует относиться очень бережно. Именно эта сторона наблюдений совершенно отсутствует в современном естествознании, несколько столетий подряд стремившемся изгнать из науки всякий «субъективный» элемент. В результате из изучения природы совершенно выпало человеческое к ней отношение, что привело к тяжелым экологическим последствиям

Вместе с тем, чтобы дети слушали внимательно и, главное, осознанно, учитель может еще до зачитывания домашних описаний поставить перед ними определенную задачу. Он может сформулировать вновь вопросы 1 и 3 домашнего задания: "Внимательно слушая описание, постарайтесь заметить, как чувствует себя человек в темноте и при свете" Далее для четкости учитель записывает на доске этот вопрос:

Как чувствует себя человек

— в темноте?

— при свете?

Хорошо, если здесь и далее он будет записывать все, что относится к темноте одним цветом (голубым), а том, что относится к свету, другим (желтым).

Конечно же, можно сформулировать этот вопрос и после всех описаний, чтобы дети могли в них погрузиться, как в определенного рода феномены. Такую замечательную возможность (очень индивидуализированное описание) дают далеко не все опыты. Опыт с "рассветом" в принципе очень подходит для подобной работы. И вместе с тем подобный прием часто оставляет многих детей очень пассивными в слушании, так как оно требует существенно большей внутренней активности, чем наблюдений опыта. Поэтому (особенно если класс более склонен к пассивности, или же в это утро некоторые дети еще не "проснулись") предлагается изначально сориентировать детей. Учитель сам должен принять решение, как ему действовать, в зависимости от его понимания ситуации класса

После каждого описания учитель просит ребят выйти к доске и написать соответствующим цветом прозвучавшие в описании переживания. К доске выходят по очереди

Каждый получает в руки только мелок одного цвета. Перед записью он должен сказать, что он хочет отметить и либо сам, либо с помощью учителя сформулировать это в виде коротких фраз (или слов), которые и будут зафиксированы на доске. Другой учащийся получает в руки другой цвет (значит он будет заполнять вторую половину). Другие дети дополняют то, что еще не написано. То же повторяется и после следующего описания. Чего звучит дважды, записывается только один раз.

Затем остальные желающие получают возможность зачтать те места из своих описаний, которые не повторяют предыдущие. И это также фиксируется на доске для полноты картины.

Естественно, что многочисленные выходы к доске займут достаточно много времени, поэтому можно организовать эту работу совершенно иным способом. Каждый учащийся должен на листочке кратко зафиксировать каждое из описываемых ощущений. Таким образом у всех учащихся к концу описания (включающих дополнения) будет свой проект записи на доске. Далее под правым и левым столбиками должны быть поставлены 2 черты, ограничивающие запись и далее учащиеся должны соблюдать следующее правило – чтобы не появлялось на доске, свою собственную запись менять не следует. Так как работу детей не оценивают в баллах, ни у кого из них не возникает желание нарушить правило. Теперь к доске можно вызвать одновременно двоих учащихся средних способностей и предложить им заполнить по половине списка. Остальные в это время сверяют по доске свои записи и после того, как запись окончена, могут ее дополнить с места, стоящие у доски вписывают недостающее. Все листочки подписываются и передаются учителю.

Данная форма работы позволяет сэкономить время и вовлечь в работу сразу весь класс

В заключение учитель зачитывает, немного “раскрывая”, каждый из списков

После этого учитель просит ребят ответить на второй вопрос домашнего задания: “Как меняется вид окружающих предметов при появлении и постепенном усилении света?” Этот вопрос по сути отличается от предыдущих тем, что он требует более объективного описания. Поэтому наблюдение, зачитанное кем-нибудь из учащихся, может сразу же обсуждаться. Должны прозвучать точные наблюдения того, когда предметы становятся видимыми (сразу же или когда свет становится ярче); в каком виде они предстают перед нами; когда мы начинаем различать цвета (сразу же, как появляются очертания предметов, или же попозже). Если в описании учащегося просто отсутствует какое-либо из наблюдений, можно попросить другого дополнить. Если же наблюдение сделано неверно, можно, не комментируя, попросить кого-нибудь привести свои наблюдения и затем кто-то третий должен сопоставить наблюдения, выявив их противоположности и высказав собственное наблюдение. Однако, если в предыдущий день описание опыта было проделано без трудностей и дети сразу правильно фиксировали наблюдавшееся, маловероятно возникновение таких неточностей.

3. Учитель диктует следующий текст:

“Что дарит нам свет?”

Испокон веков день и ночь, свет и тьма определяют жизнь человека. Они придают ей ритм пробуждения и просыпания работы и отдыха. Свет дарит нам пробуждение, уверенность и свободу, ощущение пространства и предметов вокруг нас, радость и богатство красок. Тьма усыпляет нас, успокаивает, дает отдых.

Любое из приведенных стихотворений хорошо передает подобное настроение.

Бегство тьмы

*Идет погоня: тьма ночная
Бежит от солнечных лучей,
И спотыкаясь, и хромая,
То в пропасть канет, то в ручей.*

*И в воды судорожной тенью
Скользнет стремительно она.
И снова выйдет по течению
Увертлива и холодна.*

*Взлетит чудовищем крылатым
На гребни скал, уступы гор —
И мехом бурым и косматым
На миг оденется простор.*

*Террасы, скалы и ступени
Сменяются под бег теней,
А солнце дальне гонит тени
За спины кряжей и камней...*

*Там, притаившись на мгловенье
В испуге свернутым клубком,
Трепещут тени, как виденье,
И снова катятся, как ком!*

*Они летят стремглав в пазыры,
Вытягиваются и дрожат,
Врезаясь в чащи и стремнины,
Тревожа сон нагорных стад.*

*А солнце гонится за ними
Все дальне, глубже, в тьму долин.
Вбивая трелями свои
Во мрак победоносный клин.*

*Туман редеет вдоль потока,
И тени мечутся на нем,
Как бы прибескища у рока
Ища меж влагой и огнем.*

*Но луч, всесветный, всемогущий,
Разящий в мраке и во мгле,
Влетит в последние их кущи
И тени пригвоздит к земле!*

А.Л. Чижевский

*Молчит сомнительно Восток,
Повсюду чуткое молчанье...
Что это? Сон иль ожиданье,
И близок день или далек?*

*Чуть-чуть белеет темя гор,
Еще в тумане лес и долы,
Сият города и дремлют селья...
Но к небу подымите взор.*

*Смотрите: полоса видна,
И, словно скрытной страстью рдея,
Она все ярче, все живее —
Вся разгорается она!
Еще минута, — и во всей
Неизмеримости эфирной
Раздастся благовест всемирный
Победных солнечных лучей.*

Ф.И. Тютчев

4. Далее учитель демонстрирует детям следующие опыты:

а) Сперва следует задать детям “глупый” вопрос: “Видим ли мы свет?” Получив достаточно уверенные ответы (все отвечают утвердительно), учитель может демонстрировать опыт. Где-нибудь сбоку должен быть спрятан обычный ручной слайд-проектор, причем так, что рассеиваемый вбок свет был бы хорошо скрыт от глаз. Учитель незаметно включает проектор, находясь от него на приличном удалении, например, включая щит электропитания кабинета. Далее (класс затемнен) выключается верхнее освещение, остается лишь пятно света от проектора где-нибудь вверху по диагонали на боковой стене (можно в самом углу). Учитель просит ребят указать ему, где находится свет и откуда он взялся. Если проектор хорошо спрятан, то они не могут указать, откуда появляется свет. Тогда можно встряхнуть в нескольких местах сухой тряпкой для вытирания доски. Поднимается пыль и дает возможность увидеть “поток” света, “исходящий” от проектора.

б) На железной доске закреплены два листа формата А3: черный и белый. На них магнитами прикрепляются 3 пары серых листков размером с открытку: по одному на каждом листе в хаотичном порядке. Пары отличаются друг от друга степенью серого оттенка. Все листы пронумерованы от 1 до 6 (На черном фоне — 1,2,3, на белом — 4,5,6). Итак мы имеем 3 степени серого. (На различном фоне мы наблюдаем значительно большее количество этих степеней). Учитель просит детей устно распределить листки в порядке от самого светлого до самого темного оттенка и записывает номера на доске в указываемом ему порядке. Затем на глазах у детей упорядочивает эти листы (в соответствии с записью) на одном и том же фоне. Дети описывают результаты наблюдения: на одном фоне листочки выглядят по-другому. Учитель просит снова указать ему порядок и дети группируют их уже попарно, что он фиксирует вновь на доске и затем перемещая листки на том же фоне в соответствии с записью. (Нумерация не должна быть связана с порядком этого расположения). После этого учитель перемещает все листки на второй лист фона, не меняя их взаимного парного расположения. И затем вновь располагает листочки на обоих листах фона, но уже в порядке, зафиксированном на доске с первого раза, так, чтобы сно-

ва возникло первоначальное впечатление. Дети подробно описывают опыт, отмечая первоначальное положение каждого листка и его положение на одинаковом фоне.

в) Все листочки убираются и на тех же листах фона появляются два одинаковых крупных круга (диаметром около 15 см): белого и черного цвета. Каждый крепится на листе противоположного цвета. Рядом с ними — также одинакового размера 2 треугольника и 2 квадрата. Учитель просит детей описать, как выглядят оба круга (Белый буквально светится, выступает наружу, черный — как дыра, белый заметно большего размера.) То же самое про поводу треугольников и квадратов. Далее учитель берет оба круга в руки и совмещает их, наложив сперва белый на черный, а затем наоборот (круги одинаковы!). То же он проделывает и с другими фигурами. Можно также подобрать две фигуры разного размера одинаковой формы, чтобы они на разном фоне выглядели одинаково.

5. В тетради записывается *домашнее задание*:

а) опиши опыты со светом, с серыми открытками и с кругами.

б) нарисуй, как выглядели открытки на различном фоне.

в) запиши ответы на вопросы:

1) На каком фоне серая открытка выглядит светлее?

2) Чем различаются воздействия белого цвета и черного цвета? (Когда они были фоном и когда они были фигурами.)

6. В конце урока учитель раздает детям листки с их самостоятельными работами по акустике. В них содержатся необходимые исправления и дополнения, сказано, верен ли ответ, а также отмечены наиболее ясно и последовательно записанные ответы.

Урок 8. Контрастные явления. Белый и черный цвет.

1. Работа над стихотворением и каноном продолжается, как описано выше.

2. Один из учащихся зачитывает свое описание первого опыта. Если описание недостаточно подробное, учитель может спросить класс, чего в нем не хватает, и получить при этом необходимые дополнения. Учитель повторяет свой вопрос: “Что мы видим в этом опыте?” Видим ли мы свет?” Дети сразу же отмечают, что мы видим стену и пыль, сам же свет не замечаем. Если кто-либо из детей продолжает настаивать на той точке зрения, что мы видим именно свет, а не освещенные предметы, можно попросить его указать, где он видел этот свет. В любом случае речь пойдет о каком-либо предмете и учитель должен будет лишь указать на это обстоятельство.

Хорошо, если кто-нибудь из детей вспомнит при этом о “лучах” солнца, спрятавшегося за облака, или же наблюдавших в лесу. Если никто не приведет этот пример, сделать это должен учитель и попросить ребят объяснить это явление. На первый взгляд мы имеем здесь наблюдение, противоречащее предыдущему выводу. Но некоторые дети сами говорят при этом о частицах пыли, присутствующих в воздухе и создающих эффект видимости света. Учитель подводит итоги обсуждения, фиксируя ненаблюдаемость света

Далее учащиеся зачитывают описания контрастных феноменов (второго опыта) Причем учитель просит не давать вместе с описанием и ответа на вопрос домашнего задания. Главное, на что обращает внимание учитель — это точность и исчерпывающий характер описания. Можно попросить зачитать описания нескольких учащихся. Затем выделить среди них удовлетворяющее этим обоим требованиям и попросить зачитать его во второй раз. В это время учащиеся кратко фиксируют описание в виде рисунков на отдельных листочках:

- 1) начальное положение (только номера) — где какие листочки;
- 2) упорядоченное положение всех шести открыток на одном фоне;
- 3) первый порядок (пары) всех шести на одном фоне;

4) пары на втором фоне;

5) упорядоченное расположение всех шести на двух листах.

Чтобы дети успевали следовать за описанием, его следует зачитывать не спеша. К тому же сами листки следует подготовить: разбить его в вертикальном положении на четыре одинаковые части (вертикальной и горизонтальной чертой), затем разделить каждую четверть еще одной вертикальной чертой пополам и в 1, 3 и 4 четвертях отметить черную половину (либо буквой, либо несколькими штрихами простого карандаша). Все это учитель должен проделывать перед детьми на доске, чтобы подготовительная часть не вызвала лишних трудностей. На этих полях мы будем фиксировать ход опыта. Здесь уже учитель должен предоставить детям самостоятельность. Если многие дети будут испытывать трудности, можно попросить какого-нибудь сообразительного ученика работать у доски.

Теперь учитель задает вопросы: “Что вы можете сказать об открытках 1 и 5?” (Это должны быть открытки *одного тона*.) Ответ детей: они одинакового цвета (тона). “Какие открытки также одинаковы?” Дети называют следующие пары номеров. “Когда мы видим их различными?” — “Когда они на разном фоне”. Теперь вопрос домашнего задания: “На каком фоне серая открытка выглядит светлее?” — На темном “Как влияет светлый фон на свет (тон) открытки?” — Светлый фон *затемняет*”. Учитель подводит итог, говоря о влиянии окружающих предметов и фона на восприятие светлого—темного.

Далее зачитывается описание последнего опыта и дается ответ на вопрос №2 домашнего задания. Значение опытов, подобных второму и третьему, очень велико. Они строятся на нюансах зрительного восприятия, которые не существуют для поверхностного взгляда. По сути эти опыты учат детей *наблюдательности*, а также *тонкому восприятию* действительности. К тому же они учат детей осознанию сложной взаимосвязи природных явлений, к которым относится и наше собственное восприятие.

3) Дети под диктовку записывают в тетрадях текст:

Видим ли мы свет?

Контрастные явления

Мы привыкли говорить и думать о свете, как о чем-то, что движется, что само является видимым. Но стоит приглядеться внимательнее, как оказывается, что свет — намного более сложное явление, чем мы думаем. Ведь на самом деле, мы видим не его, а лишь освещенные им предметы. К примеру, часто наблюдаемые в воздухе солнечные лучи видимы лишь благодаря мелким частичкам пыли, которые становятся светлыми в узкой полоске освещенного солнцем пространства.

Мы видим вещи, других людей благодаря свету. Сам же свет невидим. Он существует собой ради того, чтобы открыть нам знание о мире. Недаром знание и свет в народных пословицах и поговорках стоят рядом: “светлый ум”; “просвещение”, “ученье свет, а неученье тьма”.

***Вывод:** На светлом фоне серая поверхность выглядит темнее, чем на темном..*

4. Учитель демонстрирует следующие опыты:

а) На железной доске закрепляется большой белый лист (формата А2). На нем с помощью магнита подвешивается красный листок из набора цветной бумаги для аппликации. Листок может иметь любую форму (круг, квадрат, фигурка...) Размер его должен быть достаточно большим (около 30 см в поперечнике). Учитель просит смотреть на листок, остановив на нем взгляд около 30 секунд. Затем убирает листок и просит посмотреть на то место, где он только что был подведен. Слышны восхищенные возгласы детей. Учитель спрашивает, что они наблюдают. Если в классе есть кто-либо, кто ничего не увидел, нужно специально для него повторить опыт, еще раз указав на необходимость фиксировать взгляд (погрузиться взглядом в центр листка). Учитель говорит, что возникаю-

ший на доске цвет называется *послеобразом*. Затем то же самое проделывает с 5 другими цветами в следующем порядке: оранжевым, желтым, зеленым, синим и фиолетовым. Желательно так подобрать оттенки цветов, чтобы возникающий послеобраз был приблизительно того же оттенка, что и листок дополнительного цвета. В процессе описаний следует попросить детей восстановить, в каком порядке следовали цвета. Здесь уместно просить детей вспомнить известную считалочку: “Каждый охотник желает знать, где сидит фазан.”

б) Затем можно проделать сходные опыты с черным и белым кругами на соответственно светлом и темном фоне.

в) Демонстрация зависимости освещенности плоской поверхности от положения лампы над ее плоскостью (Макензен, опыт 3, стр. 114—115).

Каждый опыт подробно описывается в устной форме сразу же после завершения.

5. Класс получает *домашние задания*:

а) Опиши опыты, не забудь упомянуть все шесть цветов и какой послеобраз был у каждого.

б) Зарисуй эти цвета и их послеобразы попарно в том порядке, в котором они следовали.

в) Посмотри внимательно на получившийся рисунок. Замечаешь ли ты в нем какой-либо порядок (гармонию)?

г) Поэкспериментируй дома с предметами различного цвета и опиши свои результаты. Исследуй и опиши, какой послеобраз у темного предмета, какой у светлого?

д) Опиши опыт со столом, накрытым скатертью, и лампой.

6. Учитель собирает тетради для проверки домашних описаний и оформления тетради в целом. При чтении описаний следует обратить внимание на полноту и точность описаний и особенно отметить небрежно выполненные (в смысле отсутствия многих деталей) описания. В каждой тетради он пишет краткий отзыв и рекомендации для дальнейшего ведения тетради. Желательно успеть сделать проверку до конца уроков, чтобы домашнее задание было выполнено в тетради. Если в этот день это невозможно, то лучше собрать тетради в другой раз.

Урок 9. Послеобразы. Цветовой круг Гёте

2. Рассмотренные на прошлом уроке контрастные феномены дают возможность дополнительной проработки этого материала, а также упражнения способности детей совершать простую мыслительную работу — применить полученную закономерность при рассмотрении новых ситуаций. Предложим классу следующие задачи:

1) На каком фоне светло-серый дом выглядит светлее — на темном (гора) или светлом (заснеженная гора)?

2) Что светлее? Два человека стоят у разных стен: один у светлоокрашенной, другой — у темноокрашенной. Серые костюмы выглядят совершенно одинаково. Могут ли это быть костюмы из одинакового материала? Какой темнее?

Как изменится оттенок костюма человека, стоявшего у светлой стены, если он перейдет к темной? А как изменится оттенок второго костюма, если одетый в него человек перейдет к светлой стене?

3) Будут ли отличаться друг от друга две половинки листка зеленого цвета, наложенные на белую и черную ткани? Если да, то как? Если нет, то почему ты так считаешь?

4) На каком фоне красный треугольник выглядит ярче: темно-сером или светло-сером?

5) Кто из подруг лучше загорел: Катя стоит на светлом фоне и выглядит менее загорелой, чем Лена, которая стоит на темном фоне? А если было бы наоборот: Катя выглядела бы темнее Лены? Что надо сказать Лене, чтобы дать правильный ответ?

Можно по-разному организовать решение этих задач. Например, написав их все на доске, дать каждому возможность письменно ответить на вопросы и затем, собрав листки кратко обсудить ответы. При этом перед началом работы, которая должна длиться около 15-ти минут, надо обязательно сказать классу, что задачи постепенно усложняются.

Другой вариант: снова быстро рассадить ребят по группам прежнего состава. Перед тем, как дать каждой группе конверт со всеми задачами (их надо заранее пронумеровать, оставив всего 4 задачи), надо поставить перед всеми задачу: разделить задания между членами группы так, чтобы каждому досталось посильное. Каждый записывает на своем листочке фамилию, номер задачи и развернутый ответ. (Учитель должен привести пример развернутого ответа.) Затем группа обсуждает ответы, исправляет письменные работы в случае необходимости, собирает все листки, складывает их в конверт и отдает учителю. На это выделяется 10 минут. Группы, закончившие раньше других получают возможность выполнить сообща еще и два дополнительных задания (исключенные из списка). По истечении 10 минут учитель повторяет вопрос, зачитывает один из ответов (из первого попавшегося конверта) и просит поднять руки тех, кто написал противоположный ответ. Если таких нет, переходит к следующему вопросу. Если есть возражения, их выслушивает, просят обосновать и ту и другую сторону, если этого недостаточно, привлекают третье мнение (в том случае, если это имеет ясное обоснование). Ясно, что здесь лучше спрашивать более сильных детей.

3. Затем переходят к *обсуждению вчерашних опытов*. Сперва один учащийся зачитывает свое описание. (Хорошо еще до урока попросить двоих детей изобразить на доске пары цветов. Один, что послабее, рисует левую половину Второй — правую, т.е. послеобразы. Работая вместе, ребята получают возможность проверить друг друга.) После описания внимание всего класса обращается к рисунки и учитель вновь ставит вопрос домашнего задания: “Что интересного вы наблюдаете в этой картине? Если ли какой-то порядок во взаимном расположении цветов?”

Конечно же на рисунке дети замечают разное. Одни говорят, что цвета слева расположены в порядке “считалочки”. Кто-то замечает, что порядок правого ряда обратный. Каждое из высказываний учитель должен воспринимать с максимальным интересом, складывая их как бы в копилку. Желательно, чтобы каждый ребенок, который что-то заметил, сам показал это у доски. Кто-то из детей скажет, что цвета как бы меняются местами: зеленый является послеобразом красного, а красный — зеленого. Эту мысль надо опровергнуть на всех 6 парах. Это совсем не обязательно делать учителю, так как после подобного замечания многие начинают видеть то, что до сих пор не замечали — связи, закономерности взаимного расположения цветов. (Этот пример очень показателен в отношении того, какую роль играет наше мышление в восприятии — именно оно “воспринимает” объективно существующие связи между отдельными элементами чувственного восприятия.)

Теперь можно попытаться выстроить вместе с детьми *цветовой круг Гёте*. Конечно же учителю проще продемонстрировать его в готовом виде и затем попросить детей пересовать его в тетради. Можно, однако, сделать шаг дальше в направлении развития внутренней активности детей и предложить им самим найти такое расположение цветов (можно четко сказать: шесть; можно вовсе не упоминать количество), в котором цвет и его послеобраз всегда расположены напротив друг друга и все цвета располагаются кольцом. Облегчая эту задачу, можно даже начать на доске рисунок, нарисовав кольцо, а на нем 2—3 цветных пятна: красный, оранжевый, желтый.

Можно сделать два шага в направлении указанного развития детей и не предлагая им наполовину готовую схему, постараться найти ее самостоятельно. Чтобы задание бы-

ло реально выполнимо, следует *выстроить его последовательность* и дать детям некоторые средства для ее решения. В традиционной педагогике роль такого рода педагогических средств, помогающих детям самостоятельно работать, играют различного рода схемы, зачастую совершенно произвольно построенные и лишь иллюстрирующие содержание, делающие его наглядным (в широком смысле этого слова). Примером подобных схем является уже упомянутая “считалочка”: “Каждый охотник...” Ее сходство с последовательностью расположения цветов — чисто внешнее, содержание же не имеет никакого отношения к цвету.

В отличие от обычных схем такого рода гетеевский цветовой круг глубоко содержителен (см. переводы некоторых частей гетеевского “Учения о цвете” в книге *Гете И.В. Избранные сочинения по естествознанию. — М., 1957*). Попытаемся “обнаружить” его, опираясь на описываемые феномены.

Сконцентрируем вновь внимание класса на следующих друг за другом цветах и их послеобразах. Это будет своего рода упражнение на *умение внутренне сосредотачиваться, концентрироваться на представлениях*. Учитель должен сам неторопливо провести перед внутренним взором детей следующую последовательность: “Мы смотрим на красный цвет, когда он исчезает, появляется зеленый послеобраз. Затем мы смотрим на оранжевый — возникает синий послеобраз. Затем на желтый — возникает фиолетовый послеобраз. Затем на синий — оранжевый послеобраз. Затем на фиолетовый — желтый послеобраз. Какой цвет будет следующий за фиолетовым?” — последний вопрос “пробуждает” учащихся. Безусловно перед глазами у них — рисунок на доске. Учитель не обращался к нему в своем описании, однако и не запрещал смотреть на него. Учитывая тот факт, что многие дети вовсе не обладают наглядным мышлением, нужно обеспечить им эту возможность — соучаствовать в процессе обсуждения, имея в распоряжении такую опору.

Кто-то из детей сообразит после некоторой паузы: “Красный?” Если нет — можно еще раз обратить их внимание на рисунок и попросить в нем найти ответ на поставленный вопрос. Если и здесь никакие мысли не приходят ребятам в головы, можно сделать иной шаг — проследить вместе с ними *последовательность* цветов, опираясь уже более на их чувство или опыт живописи акварелью, который накапливался эти годы с первого класса. Можно нарисовать на доске рядом б цветов в одну полосу: красный, оранжевый и т.д. до фиолетового и обратить их внимание на то, как совершаются переходы к соседнему цвету. Сперва можно обратиться к чувству: “Красный переходит в оранжевый, оранжевый — в желтый, желтый — в зеленый, зеленый — в синий, синий — в фиолетовый. Какой цвет вы нарисовали бы рядом, чтобы он подходил к этой последовательности? Не нарушал бы ее, а, наоборот, был бы ей полностью созвучен?” Этого уже вполне достаточно для детей, шесть лет проучившихся в вальдорфской школе, заботящейся помимо всего прочего и о развитии чувств. На крайний случай существует проверенный (но не лучший) способ воспользоваться знанием: “Вы видите, что последовательность цветов вам хорошо знакома из живописи: за красным следует оранжевый, за оранжевым — желтый. Оранжевый, как вы помните, получается смешением красного с желтым, так что его положение посередине совершенно верно. Какой цвет должен стоять за желтым? Правильно — зеленый. Почему? Верно, — ведь он может быть получен смешением желтого с синим. Поставили бы мы рядом с ним фиолетовый? Нет, так как в нем нет той близости желтому, которую мы находим в зеленом. Ну а какой же тогда цвет должен стоять справа от фиолетового в нашей последовательности?” — “Красный!” У учителя вырывается вздох облегчения. Не он, а дети нашли правильный ответ.

Причем этот путь вовсе не похож на известную игру “Холодно — горячо”. Дети не угадывают необходимое, а выводят его, *исходя из целого*, из гармонии, из закономерности. Учитель выступает здесь более в роли помощника (той самой сократовской “повивальной бабки”), указывая ученику дорогу, по которой тому предстоит самостоятельно пройти на пути познания.

Теперь еще предстоит сделать следующий шаг: “А какой цвет будет следующим?” “А за ним?” “Пожалуйста, назови как можно больше следующих цветов”. “А ты продолжи.” Перед учащимися возникает чередующаяся последовательность цветов. В ней уже наблюдается замкнутость, повторяемость, круговое движение, однако учитель не должен допускать даже и намека на это. Надо очень внимательно следить за своей речью.

Конечно же, если у учащихся отсутствует какое-либо понятие круга, если они никогда не рисовали его, никогда не играли в кругу, это задание было бы бесполезным. Но как раз в вальдорфской школе дети имеют большую возможность вжиться своим чувством и мышлением в понятие круга: и в играх в круге первых классов, и в рисовании форм, и в геометрии свободной руки, круг возникал из многократно повторяющегося движения.

Имея такое основание, учитель может задавать вопрос: “Какую фигуру описывает наша последовательность цветов? Какой простой формой вы бы ее изобразили?” Здесь, конечно же, учитель больше апеллирует к тем детям, которые мыслят наглядно. “Круг”, — скажет кто-нибудь из них. Тогда учитель просит всех детей попытаться изобразить на черновике эту последовательность. Большинство после такого обсуждения без труда сами построят цветовой круг. Пока дети рисуют, учитель рассматривает их наброски. После этой работы можно продемонстрировать всему классу наиболее удачные работы, упомянув при этом, что завтра устроим целую выставку.

В заключение можно попросить детей изобразить также и послеобразы, так чтобы каждый послеобраз находился напротив своей пары (цвета, который он вызывает). Интересно наблюдать при этом различные варианты, которые придумывают дети. Кто-нибудь наверняка заметит, что эти послеобразы уже содержатся в цветовом круге. Если же нет, можно спросить у класса: “Нужно ли рисовать еще цвета или достаточно первого круга?” “Не изображены ли послеобразы уже на нашем круге?”

После этого можно еще раз быстро пройтись по кругу, назвав согласно Гёте красный, желтый и синий цвета *основными*, а фиолетовый, зеленый и оранжевый *смешанными* (хорошо знакомо детям из уроков живописи). “Сколькими цветами можно обойтись, рисуя круг?” — Тремя основными. “Какие цвета вы возьмете, чтобы нарисовать синий цвет и его послеобраз?” — Все три основных цвета! “А зеленый и его послеобраз?” — Снова все три! “А красный? Фиолетовый?” Значит каждый раз послеобраз дополняет цвет так, чтобы вновь возникли все три основных, т.е. практически весь цветовой круг, т.е. целое. Т.о. послеобраз дополняет цветовую картину до целого. В этом месте учитель может процитировать Гёте.

Можно также еще раз продемонстрировать им цветовой круг Гёте и сказать, что классу удалось “самостоятельно” “открыть” в цветах то, на изучение Гёте истратил не один год своей жизни. Здесь у учителя появляется замечательная возможность кратко познакомить детей с научно-исследовательской стороной жизни Гете. Для этого лучше всего взять какой-либо из соответствующих случаев его биографии.

/О Гете/

После этого отдельные дети могут зачитать описания своих домашних опытов.

4. Учащиеся записывают в тетрадях текст:

Цветовые послеобразы.

Цветовой круг Гёте.

Из работы с акварелью мы знаем, что основными цветами являются желтый, синий, красный. Их нельзя получить, смешивая другие цвета. Фиолетовый, оранжевый, зеленый являются смешанными цветами, так как их мы всегда можем получить, смешивая основные цвета.

Исходный цвет и возникающий благодаря деятельности глаза послеобраз (дополнительный цвет) образуют всякий раз все три основных цвета. Теперь мы можем по-

пять слова *Иоганна Вольфганга Гете* (1749 – 1832): “Глаз требует цельности и сам в себе замыкает цветовой круг. В фиолетовом цвете, требующем желтого, имеются красный и синий; в оранжевом, которому соответствует синий — желтый и красный; зеленый соединяет желтый и синий цвета и требует красный...”

(Из “Учения о цвете”)

Вывод: На светлом фоне любая поверхность выглядит темнее, чем на темном.

5. Теперь, нарушив обычный порядок (дети уже достаточно утомлены длительной работой), заслушиваем описание опыта с освещенной поверхностью. Этот опыт необходим, как основа для понимания последующей серии экспериментов. Без него они кажутся настолько тривиальными, что дети в них вовсе ничего не замечают. Необходимость его предварительной (за один день) демонстрации диктуется тем, что уже к моменту демонстрации следующей серии опытов у детей должно быть сформировано некоторое предварительное понимание, видение световых взаимосвязей.

Дело в том, что эта тема, как справедливо замечает Макензен в своей книге, является самой сложной для феноменологического рассмотрения, так как вся окружающая культура, формирующая представления ребенка о мире к этому возрасту исходит из укоренившейся в сознании человека модели света, рассматривающей его со времен Кеплера, как совокупность лучей, идущих от источника, отражающихся от предметов и попадающих в глаза. Это представление аккумулировано в словах: “свет падает на...”, “свет идет от...” Таким образом, именно в оптике мы впервые встречаемся с сильнейшей априорной конструкцией, ибо ни одно из чувств не способно ничего рассказать нам о “движении” света. Поэтому, если стремиться на уровне 6 класса ограничиться наблюдаемым и построением суждений и выводов на основе непосредственно наблюдаемого, эту модель стоило бы оставить в стороне по крайней мере до того момента, когда пойдет речь о геометрической оптике.

Итак, обсуждая данный опыт, мы спрашиваем детей прежде всего об условиях наблюдения светлого и темного: “Когда мы видим поверхность наиболее светлой?” — Когда лампа находится точно над поверхностью. “А когда наиболее темной?” — Когда лампа опускается ниже стола (подобно солнцу, скрывшемуся за горизонтом.) “Меняется ли вид (“темнота”, яркость) поверхности при дальнейшем опускании лампы ниже “горизонта” поверхности? — Нет. (Слабо.) “Меняется ли вид (“светлота”) поверхности по мере опускания ее от самой верхней точки до уровня горизонта?” — Да. Поверхность становится заметно темнее.

Теперь дети должны изменить точку зрения — перейти от позиции стороннего наблюдателя к позиции человека, глядящего со стороны поверхности. “Что увидит человек, если он подойдет и посмотрит со стороны поверхности (вариант: встанет сзади поверхности, проделает маленькую дырочку и посмотрит оттуда вокруг?) Что он увидит, когда поверхность самая светлая? Когда она темная? Когда она светлая примерно наполовину?” — Он увидит яркую ленту прямо напротив; вовсе не увидит ничего светлого вокруг; увидит сбоку, наискосок от себя лампу.

“Итак, при каком условии поверхность светлая?” — Если вокруг нее есть светлое, если от нее видно что-либо светлое. “Что будет, если взять не одну, а две или три лампы?” — Различные возможности обсуждаются классом. Например: “Когда при одной лампе поверхность светлее, чем при трех?” И т.д. После всех этих обсуждений учитель подводит итог: для того, чтобы объяснить светлоту поверхности, надо обратить внимание на окружающее пространство; на наличие или же отсутствие и расположение светлых тел вокруг этой поверхности.

Теперь дети вполне подготовлены к восприятию следующих опытов.

6. Демонстрируем учащимся следующие опыты.

а) Связь освещенности различных участков белого шара с наличием и положением различных светлых элементов окружения (Макензен, оп. 4, 5, стр. 115).

б) Противоположный эффект: независимость яркости *светящегося* белого шара от окружающих его светлых элементов (Макензен, оп.6, стр. 115). А также отсутствие связи с окружающими светлыми предметами у темного отверстия (Макензен, оп. 7, стр. 115).

Здесь учитель должен заранее *направить внимание детей*: “Рассмотрите шар с разных сторон. Где наблюдаются самые светлые, а где самые темные участки поверхности? Что находится напротив них?”

7. Домашнее задание:

1) Опиши опыты с матовым шаром.

2) Нарисуй на свободном листе большой красивый цветовой круг Гёте и подпиши его.

8. Хорошо было бы также на уроках живописи сделать подобную работу акварельными красками на большом листе.

Урок 10.

Световые взаимосвязи.

Различие светлых тел: светящиеся и освещенные предметы

1. Сперва — небольшое *повторение* закономерностей появления послеобразов
Учитель задает детям несколько вопросов:

1) Какой послеобраз у красного (оранжевого, желтого и т.д.) цвета?

2) Мы наблюдаем синий послеобраз. Какой цвет мы видели перед этим?

3) Какой послеобраз можно увидеть среди молодой травы?

4) Как выглядит послеобраз солнца?

2. Затем переходим к *заслушиванию и обсуждению описаний*. Опыт с “видящим шаром”. В своих описаниях дети должны были обратить внимание на взаиморасположение светлых пятен шара и светлых предметов (например, окон) в окружении. После описаний учитель спрашивает: “Может ли кто-нибудь объяснить, почему здесь наблюдается самое светлое пятно, а здесь темное?”

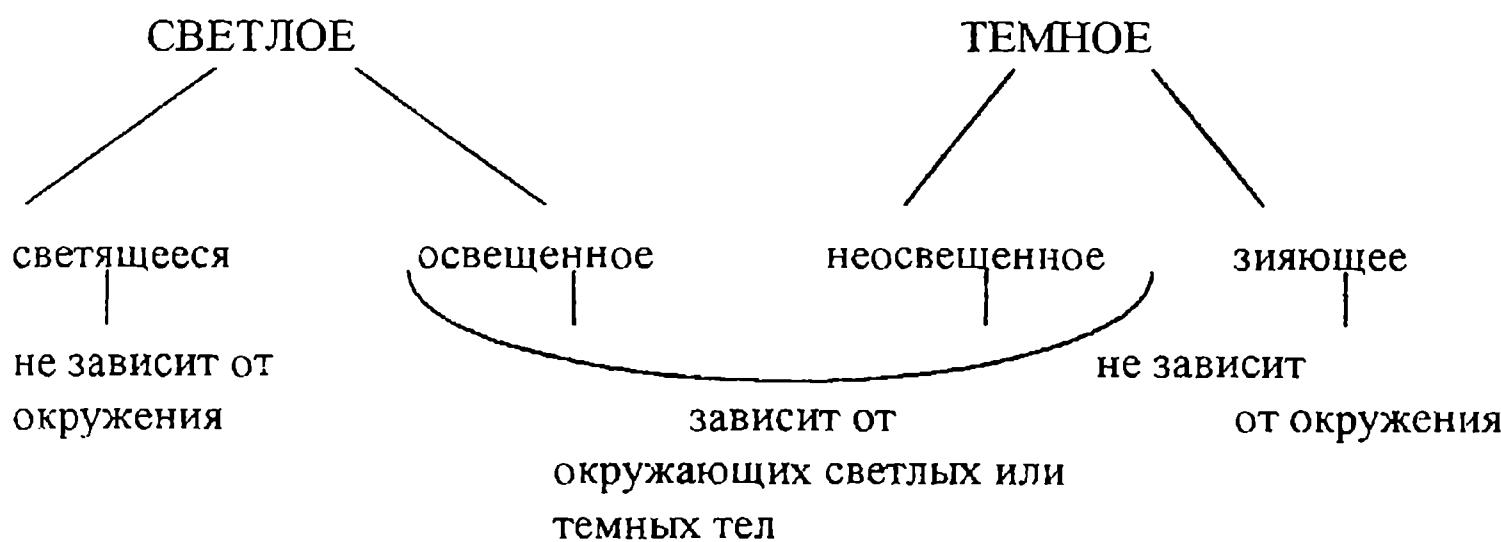
При попытках объяснения учителю может быть неоднократно придется отметить не наблюдавшиеся характеристики света: “свет идет от окна...” и т.д. В отношении последних учителю придется занять довольно жесткую позицию: “Где мы наблюдали движение света? Какое наблюдение дает тебе основание утверждать, что между окном и шаром что-то движется?” Учителю, возможно, придется не раз обратить внимание детей на то, что между окном и шаром мы ничего не наблюдаем, а потому должны сперва говорить не о том, что происходит ненаблюдаемо между окном и шаром, а просто о наблюдаемом нами взаиморасположении окон и светлых пятен шара. Только после такой работы дети научатся ничего не привносить в описание данного опыта.

После этих обсуждений заслушиваем *описание второго опыта* (со светящимся шаром). Можно сразу же задать вопрос классу: “Обратите внимание на окружение шара. Можно ли теперь с его помощью объяснить наличие светлых поверхностей шара?” — Нет. Этот ответ стоит разобрать подробнее. Например, стоит сделать “провокационное” утверждение: “Почему бы нет? Ведь посмотрите, напротив окна, как и ожидалось, видна светлая поверхность шара”. Хорошо, если это вынудит детей к контрпримеру: а вот напротив “темной” стены, где нет ни одного окна, шар должен был бы быть темным, а он светлый. “Зависит ли яркость данного шара от окружения, как это было в предыдущем опыте?” — Нет. Здесь светлое условимся называть *светящимся*, в отличие от зависимого *освещенного*, или же *неосвещенного*.

Теперь зачитывается описание опыта с темным отверстием. Вопрос: “Можно ли объяснить черноту отверстия темным окружением?” – Нет.

Данное темное так же независимо от окружения, как и светящееся. Назовем его зияющим (зияющеее черное).

После этого учитель должен еще раз проговорить итог прошедших обсуждений, акцентируя внимание класса на взаимосвязи светлого и темного в различных случаях, кратко фиксируя на доске основные моменты:



При этом учитель может подчеркнуть различия цветом:

“светящееся” — желтым,
“освещенное” — оранжевым,
“неосвещенное” — синим,
“зияющее” — фиолетовым;
те же цвета он использует и в тексте.

3 Конспект, диктуемый учителем:

При каких условиях наблюдается светлое и темное?

Чтобы объяснить распределение светлых и темных поверхностей, достаточно обратить внимание на окружающие их светлые и темные тела. Наличие светлых предметов в окружении — необходимое условие того, чтобы поверхность была светлой.

Вывод: Чем больше светлого видно с этой поверхности, тем она светлее.

Однако встречаются тела, которые светлы независимо от окружения. Их мы можем назвать светящимися. В отличие от них яркость остальных поверхностей зависит от окружения, и потому мы их назовем освещенными или же неосвещенными. Также встречаются и темные, не зависящие от светлого окружения, поверхности (например, отверстия, вход в пещеру и т.д.). Их мы назовем зияющими.

4. После того, как тетради откладывают в сторону, наблюдаются следующие опыты.

- 1) Различные виды теней: от совершенно расплывчатых до резко очерченных (см. Макензен, опыт 11а—в, стр. 116—117; вместо 11а можно поставить опыт 9, стр. 10, варируя расстояние между свечами от удаленного до очень тесного взаимного расположения).
- 2) Сложная теневая картина (Макензен, опыт 11г).

При опыте с 3 видами ламп затеняющий предмет должен находиться достаточно далеко от экрана (стены), на которой наблюдают тень, чтобы полуписьма были достаточно широкой. В последнем опыте можно в качестве ветки взять большое красивое комнатное растение.

Здесь вновь учитель должен затребовать от детей *максимум внимания*, чтобы они смогли увидеть область перехода от светлого к темному (к собственно тени), а именно полутень. Интересно, что большинство детей здесь демонстрирует, насколько сознательные установки определяют порой содержание наблюдения. Многие утверждают, что видят резкую границу тени в случае с большой матовой лампой. Поэтому так важно прежде всего обратить внимание всего класса на область между светлым и темным.

В заключение демонстрируем опыт со стульями. Впереди класса ставятся 5 одинаковых стульев. Учитель формулирует задание: расставить стулья ровным прямым рядом друг за дружкой. Условие выполнения задания: точность и быстрота. Детям дается 5 минут на обдумывание и обсуждение способа выполнения задания. (Можно, если позволяет время, разбить их для этого на группы). Часть учащихся должна предложить способ контроля правильности выполнения задания. При этом учитель объявляет, что готов предоставить в распоряжение детей любые подручные средства, какие они захотят использовать для выполнения этого задания.

Через пять минут дети получают возможность практически осуществить свои идеи. Можно выдать им для этого все 6 комплектов из 5 стульев, имеющихся в кабинете. Можно даже устроить «полигон» где-нибудь в фойе или актовом зале. На выполнение задания также достаточно пяти минут. Еще 10 минут потребуется на опробование способов контроля, предложенных другими группами. В заключение учитель может продемонстрировать способы, не использованные учащимися.

В итоге при наличии многих вариантов ключевыми являются следующие:

- 1) оценка прямолинейности на глаз (одновременное появление и исчезание краев);
- 2) выравнивание по натянутому между крайними стульями шнуром;
- 3) оценка прямолинейности с помощью яркого малого светящегося предмета или же фонарика (при освещении стульев спереди они должны стоять вдоль границы тени первого стула, что проверяется легким смещением в стороны светящегося предмета — если края стульев появляются и исчезают одновременно, значит, все они действительно стоят вдоль границы тени).

5. Домашнее задание:

- 1) Опиши опыты с тенью и тремя различными лампами и зарисуй все три тени.
- 2) Опиши опыты со свечами и с тенью растения.
- 3) Опиши опыт со стульями.

Урок 11

Условия возникновения тени.

Прямолинейность света.

Итоги изучения оптики.

Теплота.

1. Теперь можно ввести для работы на ритмической части замечательное стихотворение средневекового богемского поэта :

Книга природы

*Весь мир сотворенный есть книга,
Которая мощной десницей
Начертана дивно-премудро;
И каждое в мире творенье
Есть слово в громадной той книге,
Про Божию мудрость и силу.*

*Подходит один к этой книге --
Как то ежедневно бывает --
Снаружи и внутрь ее смотрят,
Но (мудрости) слов ее смысла не чует;
Подходит другой — восхваляет
Ее украшенья, роскошный
Пергамент ее переплета;
Там третий любуется шрифтом,
Красивым и четким теснением;
Но мудрому только понятен
Смысл слов, заключенный в той книге.*

Томас Ститни (1350)

2. Кто-либо из учащихся *описывает первый опыт*:

- а) все свечи накрыты плафонами и максимально удалены друг от друга на демонстрационном столе;
- б) свечи в плафонах сдвигают постепенно друг к другу, пока они не соберутся в одном месте стола;
- в) свечи ставят на прежнее место и снимают плафоны;
- г) свечи без плафонов сдвигают постепенно в одно место на столе.

Каждый раз отмечают вид теней на стене сзади учащихся.

После описания учитель спрашивает: «Как меняются тени в опыте б)? А как в опыте г)? Как меняются условия проведения опыта в б)? В г)?»

В итоге короткого обсуждения учитель спрашивает: «Какой вы можете сделать вывод? (Как зависит вид наблюдаемой тени от размеров и расположения светящихся тел?)» — «При увеличении размеров и взаиморасположения светящихся тел очертания тела расплываются».

Затем дети зачитывают описание второго опыта:

а) с матовым шаром в качестве светящегося тела — как были взаиморасположены различные тела; каковы были размеры светящегося тела; как выглядела тень на экране; что видел учащийся в различные моменты и как выглядела тень на его лице в эти мгновения. Также, как и при вчерашнем описании именно первой части второго опыта надо уделить наиболее пристальное внимание.

Вопросы: «Как меняется освещенность лица наблюдателя при его перемещении? Как менялась при этом величина видимого им матового шара? От чего зависит степень освещенности? Что общего между этим опытом и предыдущим? В чем разница?» Ответ на вопрос о степени освещенности фиксируется на доске.

Далее приводятся описания второй части опыта:

б) матовая лампа в качестве светящегося шара. Фиксируется, какое условие изменилось и как поменялся результат. Вопрос: «Можно ли на основании этого опыта сделать предыдущий вывод?»

Сразу же после описывается третья часть опыта:

в) светящееся тело — галогенная лампа. «Что изменилось? Каков результат?» «Какой третий вывод можно сделать на основании этих трех опытов?» Если дети плохо воспринимают вопрос, заданный в такой абстрактной форме, можно его конкретизировать: «От чего и как зависит очертания теней?» — «Очертания (граница) тени зависят от размеров светящегося тела. Чем меньше светящееся тело, тем тоньше (четче) граница тени и освещенной поверхности». Вывод фиксируется на доске. В дополнение вспоминают, как выглядела граница тени в последнем случае при близком рассмотрении (она также была слегка расплывчатой). Учитель может дополнить это обсуждение вопросом: «А что будет, если лампа станет еще меньше? А если она вовсе превратится в точку?» Эти вопросы

обнаруживают понимание учащимися изучаемой закономерности. Учитель должен при этом обратить их внимание на то, что в фантазии, в своем мышлении, мы можем представить себе, что угодно, вплоть до предмета, сжалвшегося в геометрическую точку. В реальности же это невозможно и любой предмет всегда будет иметь некоторую протяженность. К тому же в реальности при уменьшении размеров лампы уменьшится и ее яркость

Затем кратко описывают опыт с красивой тенью. «От чего же зависит форма и вид тени?» — «От светящегося тела, от затеняющего предмета, от формы поверхности, на которой эта тень наблюдается». Значит, тень представляет собой сложную картину, несущую на себе отпечаток многообразных условий.

В заключение звучит описание опыта со стульями, в котором дети подробно описывают различные способы зафиксировать прямую линию в пространстве: взгляд, веревка, свет.

«Каким замечательным свойством обладает наше зрение? А свет?» — «Прямолинейностью». — «Верно! Так что же: зрение — это прямая линия? Эта тоненькая невидимая палочка, идущая из глаза к предмету?» Последний вопрос может положить начало интересному обсуждению. Несомненно возникнет несколько моделей зрения, которые можно обсудить и сопоставить друг с другом и с опытом. Можно даже предложить известный платоновский образ невидимой руки, ощупывающей предметы, и обсудить его осмыслинность, если не воспринимать его в буквальном смысле. Ведь мы действительно активны в процессе рассматривания. Ведь наш взгляд управляет нашим сознательным внутренним интересом. При внимательном рассмотрении мы нуждаемся в концентрации и управляем своим взглядом. Это — то, что как бы «посыпается» изнутри наружу. От предметов же нам в некотором роде «возвращается» знание о том, как они выглядят.

В процессе обсуждения можно прийти к прямолинейности света. Свет — это тоже линия? Лучик? Или множество лучиков? Эта модель сидит в нас и в детях очень глубоко, она формируется всей современной культурой, она укоренена в том числе в языке. Цель данного обсуждения: выявление и осознание этих представлений и первая попытка поставить их под сомнение. (Следующая будет сделана в 8 классе в связи с геометрической оптикой, и в 11 классе об этом вновь пойдет речь при обсуждении корпускулярно-волнового дуализма).

Итак, там где возникает граница света и тени, мы можем зафиксировать прямую линию. Натянутая веревка и взгляд вновь подтверждают нам прямолинейность этой границы. Мы можем не вдаваться в детали, лишь проблематизируем основные расхожие утверждения: свет — луч. Попросим детей указать, как можно точнее путь одного из «лучей света». Они нарисуют в пространстве некоторую линию от лампы к экрану. Видит ли кто-нибудь эту линию? — Нет. Но как же тогда ее можно зафиксировать? Хорошо, если кто-либо предложит какой-нибудь предмет, отбрасывающий тень на экран, и проведет линию вдоль границы этой тени. Но где же заканчивается эта линия на экране — единственном месте, где мы что-то наблюдаем? Ведь на экране граница слегка размыта даже в случае очень малой лампы. К тому же граница не является линией, но представляет собой скорее плоскость. Как бы мы могли попытаться поймать линию? — Взять острый предмет (гвоздь) и представить линию (тень) от острия до самого экрана. Чем острее и тоньше предмет — тем точнее мы «ловим» лучик. — Однако на самом деле наблюдается скорее исчезновение тени от тонкого предмета. Можем ли мы таким образом зафиксировать, указать луч света? Вывод — не можем. Можем ли мы таким образом зафиксировать, указать «луч света»? Вывод — не можем. Можем ли мы его представить, вообразить, нарисовать на рисунке? — Можем. Итак, лучи света — лишь воображаемые линии.

Вместе с тем все эти дискуссии с 12-летними детьми о лучах света на деле весьма сложны и не последовательны — из-за своей преждевременности. Они требуют на самом деле очень высокоразвитого рефлексивного мышления, которого у детей еще нет. Они

просто демонстрируют зачастую схоластический стиль аргументации: это так, потому что так написано в книгах. Чтобы разбить подобные догмы понадобился гений Галилея и определенный уровень развития культуры теоретического мышления и мысленных экспериментов. Этот уровень только начинает формироваться в 9 - 10 кл.

3. По итогам обсуждения *диктуется новый текст:*

Тени. Прямолинейность света

Тень образуется в тех местах поверхности, с которых не видно светящихся тел. Светлая поверхность наблюдается там, откуда видно светящееся тело. Между светлой поверхностью и тенью всегда существует постепенный переход (полутень). Она может быть широкой или же узкой, в зависимости от того, каковы размеры светящегося тела, или от того, как далеко друг от друга расположены различные светящиеся тела (светлые поверхности). Так как в природе не существует точечно малых светящихся тел, то также не существует геометрически тонкой границы между светлым и тенью.

Тень отражает не только форму предмета, но и форму, размеры которого мы наблюдаем тень. Таким образом, тень выражает взаимосвязи различных тел.

С древнейших времен люди использовали прямолинейность нашего зрения. Например, если надо вбить колья (сваи, бревна, столбы) на одинаковой высоте, достаточно вбить два крайних, а остальные ровнять на глаз, вбивая их точно на одной прямой с крайними. Вот уже несколько тысячелетий плотник и столяр используют это свойство, на глаз определяя, ровно ли обработана поверхность.

Вывод: Свет обладает свойством прямолинейности.

4. Итоги раздела “Оптика” подводятся в форме *викторины* (40 минут). Дети делятся на группы по 4 учащихся того же состава, что и на викторине по акустике, и рассаживаются в разных местах класса вокруг парт. Далее учитель напоминает правила (совместное обсуждение, распределение вопросов для письменных ответов, каждый пишет подробный ответ на свой вопрос и вкладывает, подписав его, в конверт группы). Учитель добавляет при этом, что вопросы различной трудности и следуют в порядке усложнения, и потому сложные вопросы следует дать для письменного ответа тому, кто посильнее

Каждая группа получает конверт с 4 вопросами, напечатанными каждый на своем листке, имеющем также свободное пространство для ответа. Объявляется время на обсуждение — 10 минут. Гонг (подвешенная на веревке пластина Хладни или что-либо иное, обладающее звучным голосом для создания эффекта игры).

Вопросы к викторине

Контраст.

1. На каком фоне светло-серый дом выглядит светлее — на темном (гора) или светлом (заснеженная гора)?
2. Два человека стоят у различных стен: один у светлоокрашенной, другой — у темноокрашенной. Серые костюмы выглядят совершенно одинаково. Могут ли это быть костюмы из одного материала? Если нет, какой темнее?
3. Будут ли отличаться две половинки листка зеленого цвета, положенные на белую и черную ткани? Как? Почему?
4. Кто из подруг лучше загорел: Катя стоит на светлом фоне и выглядит менее загорелой, чем Лена, которая стоит на темном фоне?

Цвета.

1. Какой послеобраз у синего квадрата?
2. Ученик увидел послеобраз зеленого цвета. Какого цвета был предмет?

3. Водитель долго смотрел на красный фонарь светофора. Потом от утомления закрыл на несколько секунд глаза, а открыв, увидел не один, а два одинаковых цвета. Какие цвета увидел шофер?
4. В темной комнате крест оконной рамы выглядит темным, а стеклянные проемы светлыми. Каким будет послеобраз всего окна, если перевести взгляд на соседнюю серую стену?

Тени.

1. Как выглядит тень треугольника?
2. На экране видна прямоугольная тень. Нарисуй, где расположены: затеняющий предмет и лампа? Какова форма предмета?
3. Как выглядит теневая картина от двух ламп и одного затеняющего предмета? Зарисовать ее.
4. На доске наблюдается светлое пятно, вокруг которого — темное пространство. Как можно создать такую картину с помощью лампы и экрана?

Учитель следит за временем и за порядком. Гул голосов в классе не должен перерастать в шум, мешающий сосредоточению. Если какая-либо группа нарушает это правило дважды — она получает штрафной знак: листок с синим восклицательным знаком. Если учитель вообще не в силах установить надлежащую дисциплину общего обсуждения, ему следует все отказалось от подобной формы работы класса, заменив ее, к примеру, на традиционную самостоятельную работу по вариантам, в которой сложные вопросы сформулированы в самом конце в качестве дополнительных.

Звучит второй гонг, означающий конец обсуждения. Учитель объявляет длительность второго этапа — 5 минут. Каждый пишет ответ на свой вопрос. В классе устанавливается полная тишина.

С третьим гонгом конверты сдаются учителю. Учитель предоставляет группам возможность ответа у доски в порядке сдачи конвертов. Он открывает конверт первой группы, дети становятся у доски. Учитель читает первый вопрос — отвечает ребенок, которому группа определила этот вопрос для письменного ответа. Любой учащийся группы может дополнить или же исправить ответ. Далее звучат остальные вопросы и ответы. Учитель дает качественную оценку работы группы:

- какие вопросы получили неверные ответы, каковы правильные ответы;
- ясность и обоснованность ответов ребят;
- их умение быстро координировать работу друг друга (группы в целом).

Балльные отметки не уместны, так как снижают мотивацию, свободный, игровой характер обсуждений; вносят характер конкуренции и неравноправия среди участников групповой работы и среди групп.

Далее выступают другие группы. Если количество различных групп вопросов меньше числа групп в классе, некоторые группы имеют одинаковые задания (число групп, имеющих одинаковое задание, не должно быть более 2-х). Тогда к доске вызываются одновременно обе группы и учитель спрашивает их по очереди. Первый вопрос — первая группа. Затем сразу же — ответ второй группы на этот же вопрос. На второй вопрос первая отвечает вторая группа и т.д.

Подводя итоги викторины, учитель должен отметить положительные стороны и успехи (к примеру, отметить сложность заданий и их успешное разрешение).

5. Учитель демонстрирует следующие опыты:

1. Превращения. лед — вода — пар. (Далеко сидящих детей стоит пересадить поближе). На дно чайника из огнеупорного прозрачного стекла кладется горстка кубиков льда (непосредственно из морозильника) и демонстрируется детям. (Вместо чайника можно взять колбу). Затем чайник ставится на маленькую газовую плитку (горелку) (для

подстраховки можно подложить под чайник рассекатель). Зажигаем огонь и делаем его максимальным. Наблюдаем, как постепенно кубики льда теряют свою форму, уменьшаясь в размерах, и одновременно на дне появляется вода, покрывающая дно ровным слоем. Когда весь лед расплывается, вода постепенно нагреется и начнет интенсивно кипеть. Закрываем чайник крышкой и внимательно наблюдаем, что происходит над поверхностью воды в чайнике и у самого носика вне чайника. Для улучшения видимости помещаем сзади черный экран. В дополнение можно взять кусок плоского стекла и поставить его на пути выходящего из носика пара. Стекло демонстрируется затем всему классу и убирается куда-нибудь на шкаф до следующего урока.

2. В прозрачную кювету наливается вода, отмечается ее уровень и кювета убирается до следующего урока на шкаф.

3. В присутствии детей достаем из холодильника стекло (или бутылку с водой) и наблюдаем появление капель на стенках. Одному из учащихся позволяют попробовать их вкус.

4. На плитку кладется кусок листовой стали. Примерные размеры куска 15 x 15 см, толщина 1-2 мм. На нагреваемый снизу лист стали кладем кусок свинца (олова) любой формы массой не более 100 г. Свинец кладется подольше от краев листа, чтобы не стек после расплавления. На всякий случай под плитку следует подложить большой лист жести, чтобы не испортить поверхность стола. Лист стали должен лежать на плитке без наклона в какую-либо сторону. Лучше, если у стали края будут немного загнуты со всех сторон наподобие коробочки. Рядом с плиткой на лист жести кладется какая-нибудь форма из глины, в которую учитель наливает расплавленный свинец для застывания в конце опыта. Еще до плавления, капнув на свинец воды, наблюдаем ее интенсивное шипение. То же самое делаем после того, как свинец застынет в глиняной форме (о застывании можно судить по помутнению его поверхности).

5. Погасив в классе свет и затемнив окна, греем над сильным пламенем бунзеновской горелки кусок листовой стали, вырезанный в форме наконечника копья. Еще до появления первых цветов каления капаем водой, наблюдая ее шипение и испарение, затем сыпем немного свинцовых (оловянных) стружек на горизонтальную поверхность стали и наблюдаем, как они плавятся. Затем постепенно начинают проявляться цвета раскаленной стали. Когда удастся хорошо раскалить заготовку, можно погасить пламя и наблюдать, как цвета стали постепенно бледнеют и изменяются.

Урок 12

Действие тепла —

превращение твердого в жидкое, и жидкого в газообразное.

1. После воспроизведения домашних описаний опыта 1 учитель достает со шкафа и демонстрирует всем стекло без малейших признаков воды и затем снимает и ставит на прежнее место кювету с водой, отмечая повторно ее уровень. Обсуждается, почему исчезла вода со стекла и уменьшился уровень ее в кювете (испарение). Особенно следует обратить внимание на тот факт, что для превращения воды в пар вовсе не обязательно нагревание.

Далее обсуждается вопрос: является ли пар видимым? Ведь непосредственно у носика мы ничего не наблюдаем. Туман же, образующийся на стекле постепенно превращается в заметные глазу капельки влаги, которые растут прямо на глазах. Здесь уместно привести описание 3-го опыта и обсудить вопрос: откуда берется вода? После обсуждения учитель просит детей вспомнить, где еще они встречали подобное (роса, туман...).

Далее приводится описание опытов 4 и 5.

Что горячее: кипящая вода или плавающийся свинец; плавающийся свинец или раскаленное железо? Каково нормальное состояние воды? Свинца? Железа? Ртути? Воздуха? Обсуждают с детьми, какие они знают состояния вещества. Записываем на доске: твердое, жидкое, газообразное, подписывают под каждым названия вещества, которые встречаются в природе в этих состояниях. Вода единственная попадает во все 3 столбца! Вводят понятие агрегатного состояния вещества. Научные определения в этом возрасте совершенно неуместны.

2. Записанное на доске дети переписывают к себе в тетрадь, добавляя к этому краткий текст, диктуемый учителем:

*Действие тепла —
превращение твердого в жидкое и жидкого в газообразное*

Вещество способно изменять свое состояние под действием тепла. При этом вода является тем универсальным веществом, которое, все время превращаясь, встречается во всех состояниях: твердом, жидким и газообразном. В физике эти состояния называются агрегатными.

3. Теперь проводятся новые эксперименты:

1. В большое глубокое корыто (таз) кладется тряпка так, чтобы и дно и стенки были прикрыты. На тряпку кладется массивная каменная плита (кирпич). Детей просят послушать, как звучит горячая и холодная вода, выливаемая на камень с высоты 1 метра. Воду льют по-очереди: сперва холодную (из холодильника), затем горячую (90°), затем снова холодную и опять горячую. Тряпка нужна только для того, чтобы заглушить удары капель о стенки корыта. Можно при проведении опыта не говорить, в какой момент выливалась какая вода (например, взять одинаковые емкости или же попросить детей закрыть глаза), а затем спросить, какой воде по их мнению принадлежит более высокий звук. И затем уже снова продемонстрировать этот опыт, уже не скрывая, какая вода льется в данный момент.

2. На стол ставится 2 стеклянные банки. В одну наливается холодная вода (лучше из холодильника). В другую — недавно вскипевшая (около 90°). По очереди в обе банки капают пипеткой по капле чернил и наблюдают за формой капель в воде и ее изменением (Лучше всего поставить банки на каждый стол, чтобы дети могли получше рассмотреть форму каждой капли.)

3. Учитель просит всех детей интенсивно потереть ладонями друг о друга до тех пор, пока они смогут это выдержать.

4. Учитель раздает каждому кусочек льда и просит потереть им о ладонь одной руки о основания большого пальца так долго, как они смогут. Затем он раздает им булавки с просьбой уколоть слегка это место и в подобное же место другой руки и сравнить ощущения.

Урок 13
Тепло и холод

1. Зачитывается описание первого опыта и обсуждается, почему холодная вода по мнению детей должна звучать выше, подобно тому, как выше звучит натянутая сильнее струна. Некоторые дети будут приводить собственный опыт: купаясь в теплой воде, расслабляешься, холодная же вода держит в напряжении и т.д.

Затем зачитывается описание второго опыта. В чем отличие? Чем отличается форма и поведение капли в горячей и холодной воде? Куда деваются чернила после исчезновения капли?

Опыты 3 и 4 зачитываются друг за другом. Обсуждаются ответы на вопросы: чем различаются действия тепла и холода? Какую роль играют тепло и холод в жизни человека? Животных? У каких животных температура отличается от окружающей? У каких – нет?

Отдельного обсуждения заслуживает вопрос: откуда берутся в природе тепло и холода? Хорошо, если дети смогут привести самый широкий спектр примеров: Солнце, живые организмы, горение, вулканы. Интереснее всего обсудить проблему возникновения холода: когда бывает холоднее всего: зимой или летом, днем или ночью? Какой ночью? Какая должна быть погода: ясная или облачная? Именно в ясную зимнюю ночь, когда над головой бездонное космическое пространство, усыпанное звездами, бывает холоднее всего.

2. В завершение обсуждения дети записывают текст:

Тепло и холод и их значение для жизни на Земле

Тепло связано с подвижностью, убывает процессы растворения, меняет форму тела. Холод, наоборот, приводит к неподвижности, замедлению, застыванию, образованию формы. Теплота оживляет, холод умертвляет, замораживает.

Тепло является одним из главных условий жизни (вспомним весеннее прорастание растений, тепло млекопитающих). В организации человека, например, тепло столь существенно, что постоянно поддерживается температура 36,6°, независимо от того, холодно или жарко вокруг. Повышение температуры свидетельствует не о слабости, а о силе организма, который борется с болезнью.

Каков же главный источник тепла на Земле? — Солнце. Именно оно дарит тепло и свет, а значит и жизнь нашей планете. Недаром самое светлое и жаркое время — летний полдень, когда солнце стоит выше всего над землей. Когда же холоднее всего? — Когда в ясную зимнюю ночь мы видим бездонное пространство космоса, глядящее на нас тысячами звезд.

В дополнение к сказанному и записанному дома или в классе дети рисуют картину теплого летнего дня и холодной зимней ночи.

3. Демонстрация экспериментов:

1. На стол ставятся 4 больших железных банки из-под кофе и 4 баночки поменьше. Маленькие банки ставятся в большие на пластиковые крышки. Между банками прокладываются различные вещества. а) сухой песок, б) вода комнатной температуры, в) воздух, г) шерсть. Во все внутренние банки наливается горячая вода и все они закрываются пластмассовыми крышками. Банки оставляются в покое на 5 минут. По прошествии этого времени банки открывают и осторожно пробуют пальцами, сперва поверхность внешней банки, затем вещества между банками и после — какая вода горячее. И так, последовательно, все четыре банки. Учитель дает попробовать это различным детям и затем по их описаниям восстанавливает степень нагревости (остывания) воды в каждой банке, и нагревость внешних банок, фиксируя эту последовательность на доске. (Чтобы пять минут паузы не тянулись слишком долго, учитель может попросить детей описать первую часть опыта и не спеша выписывает на доске названия веществ, окружающих банки с горячей водой.)

2. «Теплые» и «холодные» цвета. В проектор вставляется последовательность светофильтров в рамках от диапозитивов, и на большой экран друг за другом проецируются цвета, например, в следующей последовательности: голубой, синий, фиолетовый, пурпурный, красный, оранжевый, желтый. Перед опытом детей просят почувствовать, какие цвета производят холодное впечатление, а какие — теплое. В каждый цвет нужно «погрузиться» на несколько секунд (10-20). Потом, после краткого опускания перед повторным просмотром, просят постараться выстроить цвета в последовательный ряд по

убыванию переживания теплого. После описания последовательность фиксируется на доске.

3. «Теплые» и «холодные» звуки. Одна и та же простая мелодия играется на ксилофоне и металлофоне. Какой инструмент звучит теплее?

Урок 14

Проводники и изоляторы тепла. Электризация

1. Сперва описываются опыты 2 и 3 и кратко резюмируются. Затем описывается первый опыт. Учитель фиксирует на доске, какая банка нагрелась сильнее, какая — немного меньше и т.д. вплоть до самой ненагретой. Рядом он записывает степень остывания горячей воды внутри так что получается следующая картина:

остыла сильнее всего	остыла меньше	еще меньше	совсем мало
вода	песок	воздух	шерсть
сильно нагрета	слабее	еще слабее	совсем мало

Подводя итоги описания, учитель спрашивает: когда тепло сохраняется лучше всего? Какое вещество нужно для этого использовать? Какое вещество, наоборот, способствует быстрому нагреванию внешней банки? Почему греется внешняя банка? – Промежуточное вещество играет таким образом либо роль *проводника тепла*, либо роль *изолятора* (непроводника).

Далее можно провести интересное обсуждение на тему: взаправду ли греет шуба? Ответы дети должны обосновывать, ссылаясь на опыт с банками. Однако подобное обсуждение более уместно на следующий день перед обсуждением новых опытов.

Учитель спрашивает: знают ли дети, какие иные вещества хорошо проводят тепло или хорошо изолируют. Ответы учащихся фиксируются в двух столбцах, написанных на доске:

Проводники / изоляторы

2. После этого учитель рассказывает детям о прекрасных изолирующих свойствах снега, о примерзающем к металлу на морозе языке и завершает тему рассказом об устройстве термоса с демонстрацией этого простого и удобного приспособления, а также нарисованной на доске схеме (разрез термоса).

3. После этого учитель диктует детям текст:

Проводники и изоляторы тепла

В нашем опыте воздух и хлопок оказались самыми хорошими изоляторами тепла. Слово «изолятор» взято из французского языка. Isolation — отделение от окружающего. Теперь понятно, почему самой теплой одеждой является шуба: длинный ворс и воздух между ворсинками являются прекрасными теплоизоляторами. И наоборот, вода и песок — хорошиими проводниками тепла. Металлы являются прекрасными проводниками тепла. А вакуум (пустота) — самым лучшим теплоизолятором. Это используется в термосе. (рисунок)

4. Учитель рассказывает легенду о пастухе Магнусе.

5. Демонстрации:

1. магнитного железняка

2 действия магнита на различные металлы и различные неметаллические тела (а также одинакового действия обоих концов магнита на иснамагниченные стальные предметы)

3. намагничивания трением о магнит

намагничивания ковкой (проверка магнитных свойств до и после)

4. одинаковой ориентации свободно подвешенных магнитов (всегда одним концом на север).

6. *Дети делают устные описания наблюдений (после каждого опыта).*

7. *Домашнее задание:*

1. Опиши и зарисуй кристалл магнетита.

2. Сделай описание опытов по намагничиванию; действия магнита на различные металлы; поведения свободно подвешенных магнитов.

3. Принеси различные магниты, какие сможешь найти в своем доме.

Урок 15.

Магнитные полюсы.

1. *Дети зачитывают домашние описания опытов 2,3*

2. *Обсуждение опытов 2—3 с целью ответов на вопросы:*

Как можно сделать магнит?

Из чего можно сделать магнит?

На какие тела действует магнит?

Точное описание 4 опыта и его обсуждение, касающееся вопроса:

“Что общего в ориентации свободно подвешенных магнитов?”

После фиксации общего (смотрят в одну сторону) – следующий вопрос:

“Как вы думаете, почему они все смотрят в одну сторону?”

Дети приходят к выводу о наличии связи между направлением на север и ориентацией магнита, а также о различии между разными концами магнита.

Учитель вводит понятие **северного полюса магнита** (ориентирующегося на север) и южного, говорит, что компас — это подвижный магнит и рассказывает о возникновении компаса, о времени его появления в Европе, о той огромной роли в развитии мореплавания, которую сыграло его использование при ориентировании в открытом море

3. Выводы и способ определения полюсов записываются в тетрадь под диктовку

Магнетизм

Естественные магниты. Намагничивание

Согласно легенде, впервые явление притяжения железных предметов обнаружил пастух по имени **Магнус**. Железный наконечник его посоха “прилип” к камням. Повидимому, это были камни магнитного железняка (**магнетита**), который иногда может образовывать большие, красивые кристаллы, обладающие геометрически правильной формой.

Искусственный магнит получить довольно просто — ковкой или же натиранием о магнит. При ковке нужно держать железный прут строго в определенном направлении: с севера на юг, причем северный конец должен быть сильно наклонен вниз.

Магнит притягивает не все металлы. Медь, алюминий, цинк и некоторые другие не притягиваются магнитом.

Любой магнит, будучи свободно подвешенным, ориентируется по направлению север — юг Земли. При этом магнит всегда поворачивается вполне определенным концом

(полюсом) на север. По-гречески “**μέγχος**” — “земная ось”. Обращенный к северу конец называется **северным полюсом магнита**, к югу — **южным полюсом**.

Вывод 1: Магнит можно определить по его действию на железные предметы.

Вывод 2(способ определения полюсов):

Полюсы магнита можно определить, подвесив его на леске. После остановки колебаний северный полюс магнита находится с той стороны, которая обращена к северу.

Когда человек обнаружил это свойство магнита, появился прибор исключительной важности — **компас** (по-итальянски *compasare* — “ходить вокруг”). В Китае он был известен, видимо, 2-3 тысячелетия назад. В Европе же появился только в XII веке. Одно из первых описаний компаса выглядит так (1242 г.):

“В сосуд, полный воды, капитан опускал пробку с воткнутой в нее железной иглой и приближал к поверхности воды магнит, сообщая ему рукой врацательное движение. Плавающая стрелка следовала за магнитом. Когда магнит внезапно убирался, стрелка (намагниченная предыдущими операциями) располагалась в направлении север-юг.”

4. Учитель подводит итог и ставит проблему: “Мы изучили действие магнитов на железо, ориентацию магнитов на север, способ определения полюсов, но не пробовали пока еще ответить на вопрос: “Как магниты действуют друг на друга?” Это вы должны исследовать самостоятельно и самостоятельно записать вывод. Давайте вместе обсудим, что вы будете делать. Вы получите магниты, на которых полюсы не отмечены и должны будете сами определить, где находятся полюсы.”

5 Практическая работа:

“Взаимное действие магнитов друг на друга”.

Ход работы записывается на доске в виде вопросов и заданий:

“С помощью двух полосовых магнитов с маркованными полюсами (синий обозначает северный полюс, красный – южный) найдите ответы на следующие вопросы и запишите свои ответы, а также, опишите, что вы делали чтобы получить ответ:

1. Как северный полюс первого магнита действует на северный полюс второго магнита?
 2. Как северный полюс действует на южный?
 3. Как действуют друг на друга южные полюсы магнитов?
 4. Определи, где расположены полюсы немаркованного магнита.”
6. *Домашнее задание:*
1. Опиши опыт с гвоздем.
 2. Опиши, как ты исследовал взаимодействие магнитов(кто не успел сделать это в классе).
 3. Напиши вывод (как действуют друг на друга полюсы магнитов).
 4. Принеси маленькую чистую баночку с плотнозакрывающейся крышкой(годится пластмассовая коробочка от фотопленки). Желательно дома проделать в крышке несколько отверстий диаметром 1,5 – 2 мм (тонким сверлом или раскаленной толстой иглой, зажатой в плоскогубцах).

Урок 16

Закон взаимодействия полюсов магнитов

1. Обсуждаются итоги практической работы. Зачитываются выводы, интересные дополнительные наблюдения.

Учитель ставит вопрос: “Если Земля была бы магнитом, где были бы ее северный полюс, южный полюс?”

После обсуждения ответов учитель задает новый вопрос: “Какой полюс компаса смотрит на север?”

В итоге обсуждений учитель формулирует проблему:

“Как, не подвешивая магнит, определить его полюсы другими способами?”

Дети описывают способ, найденный ими во время практической работы (магнит, полюсы которого известны). Далее учитель просит их решить эту задачу с помощью компаса. Предложенные варианты обсуждаются вместе с классом.

2 Кто-то из детей зачитывает описание опыта с раскусыванием гвоздя. Учитель задает вопрос: “Можно ли отделить полюсы магнита друг от друга?” После краткого обсуждения делается вывод.

3. Учитель рассказывает об исследованиях Уильяма Гильберта, английских мореплавателях, об открытии Гильberta (Земля — большой магнит), о несовпадении магнитных полюсов Земли с географическими (астрономическими), т.е. о магнитном склонении. (Состояние современных исследований земного магнетизма отражены в статье Блоксхам Дж., Габбинз Д. Эволюция магнитного поля Земли. — “В мире науки”, 1990, №2, с. 16—24.)

4. Под диктовку фиксируется закон взаимодействия полюсов и еще два способа определения полюсов магнита:

Земной магнетизм

Первым, кто глубоко изучил свойства магнитов, был Уильям Гильберт (1544–1603) – придворный врач английской королевы Елизаветы I. Он написал целую книгу о магнитах. В ней содержится также и описание изготовленного им шарообразного магнита (*terrella* — “маленькая Земля”). С помощью него он показал, что Земля ведет себя как огромный магнит. На севере ее находится Южный магнитный полюс, а на юге — Северный магнитный полюс. Магнитные полюсы Земли не совпадают с географическими. Северный магнитный полюс находится недалеко от Северного полюса Земли к западу от Гренландии. Южный магнитный полюс смещен от Южного полюса Земли так, что он находится у берегов Антарктиды. Поэтому компас указывает не точно на север, а отклоняется в сторону от географического полюса. Это называется магнитным склонением. Кроме того, магнитные полюсы постоянно перемещаются по поверхности Земли.

Вывод 1 (закон взаимодействия полюсов магнитов):

Однаковые полюсы магнитов отталкиваются.

Противоположные полюсы притягиваются.

Вывод 2 (способ определения полюсов с помощью компаса):

Северный конец стрелки компаса указывает на южный полюс магнита. Южный конец — на северный полюс.

Вывод 3 (способ определения полюсов с помощью другого магнита):

Тот конец магнита, который отталкивается от северного полюса маркированного магнита, является северным полюсом. Тот, который отталкивается от южного — южным.

5. Демонстрация раскусывания намагниченного железного гвоздя и сохранения пар полюсов в каждой части (половине, четверти). Перед опытом учитель задает провокационный вопрос:

“Что будет, если раскусить гвоздь точно по середине?”

Дети устно описывают опыт.

6. Далее, подводя к практической работе, учитель говорит, что мы наблюдаем действие магнитных полюсов даже на очень больших расстояниях, т.е. все пространство

вокруг Земли пронизано невидимыми магнитными силами. Можно ли увидеть эту картину?

7. Практическая работа:

“Изучение фигур из железных опилок вокруг магнита”.

Учитель показывает на примере одного полосового магнита, как сделать и как пользоваться “солонкой” для железных опилок, как аккуратно собирать их обратно с листа, особое внимание обращает на *точное видение линий*, просит детей словами описать наблюдаемые фигуры, обращая внимание на все области вокруг “внутри” магнита. Затем учитель показывает, как пользоваться компасом при выполнении задания №2 практической работы

На доске написано задание:

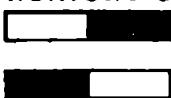
1) Положи 1 магнит под лист, посыпь опилками, легонько постучи по листку, не смещая его, и зарисуй картину из опилок на листе.

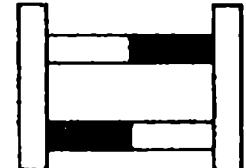
2) Положи 2 магнита так:  зарисуй фигуру

3) А теперь так:  из опилок.

Дополнительно:

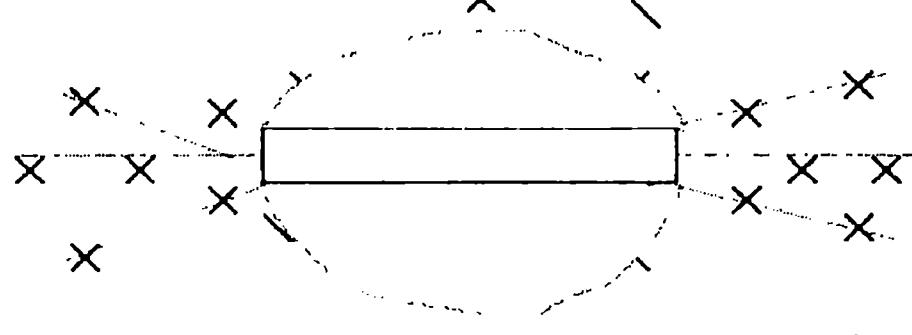
1) пронаਬлюда́й и зафиксируй действие железного якоря на магниты:

a) расположи их сперва так: 

б) потом соедини якорем противоположные полюсы: 

Чем различается фигура из железных опилок в обоих случаях?

2) Сними лист с опилками и постарайся “проследить” с помощью компаса путь от одного полюса к другому вдоль дуг, образованных опилками. Зарисуй ориентацию магнитной стрелки в различных местах вокруг магнита:



Дети проводят эксперименты, аккуратно зарисовывая фигуры. (Зарисовка требует длительного времени.)

Учитель, переходя от парты к парте, обращает внимание детей на соответствие или несоответствие их рисунков действительному расположению опилок).

8. Домашнее задание:

Опиши, как ведут себя опилки в каждом случае,
какую фигуру строят,
как можно по линиям опилок судить о направлении стрелки компаса?

9. Дополнение: Можно приближенно измерить опытным путем магнитное склонение в г.Москве во внеурочное время, используя для этого вечерние наблюдения звездного неба. Для этого требуется с достаточной точностью(до 1 градуса) зафиксировать географическое направление север-юг (на Полярную звезду) с помощью горизонтально натянутой веревки с двумя отвесами. Затем с помощью второй веревки и большой магнитной стрелки на подставке зафиксировать направление магнитного меридиана. Нанеся

эти две линии на планшет, нужно измерить угол между ними. (В Москве магнитное склонение равно около 8 градусов к востоку по данным 1996 г.)

Урок 17

Понятие магнитного поля. Силовые линии магнитного поля.

1. Зачитывается описание опыта по раскусыванию намагниченного гвоздя. Учитель старается так построить ситуацию, чтобы вопрос к этому опыту сам возник у детей: “Что в этом опыте странного, неожиданного?”

Цель последующего обсуждения — так перегруппировать данные наблюдения, чтобы закономерность сама “просвечивала” сквозь эмпирически наблюдаемые факты. Своим вопросом учитель подталкивает детей к тому, чтобы они сами осознали противоречивость результатов этого опыта: мы разъединили полюсы магнита. Что можно было бы ожидать? (Вспомним вопрос, заданный учителем перед опытом.) Что каждая половина ведет себя как один полюс. Что это значит? “Северная половина” в любой своей части притягивает южный конец стрелки компаса и отталкивает северный. “Южная половина” — наоборот. В чем же противоречие наблюданного результата ожидающему? — в том, что “северная половина” притягивает южный конец стрелки только с одного конца, а с другого — отталкивает его. Подобным же образом ведет себя “южная половина”. Учитель спрашивает детей: “Что вы можете сказать о тех частях гвоздя, в которых мы его раскусили?” Кто-либо из детей говорит, что они ведут себя как противоположные полюсы: на противоположном конце “северной половины” образовался южный полюс, “южной половины” — северный полюс. Т.е. каждая половина вновь содержит оба полюса. Учитель: “Итак, можно ли отделить полюсы магнита друг от друга?” Дети: “Нет!”

2. *Вопрос, который ставит учитель перед обсуждением* после того, как дети изобразят на доске или через эпидиаскоп рисунки магнитных фигур: “Можно ли сказать, что действие любого магнита пронизывает все ближайшее пространство вокруг него?” Уточняющий вопрос: “Есть ли магнитное поле там, где нет опилок? Как это определить?”

Учитель сам обобщает ответы детей, вводя понятие “магнитного поля”.

3. Далее учитель просит ответить на вопрос об определении направления магнитной стрелки в различных точках вокруг магнита с известными полюсами (по одному из рисунков первого задания).

Дети отвечают. Учитель предлагает несколько новых рисунков (например, из 3 и 4 задания) и просит определить направление стрелок.

В итоге учитель вводит понятие (воображаемых) силовых линий магнитного поля. Он указывает также на способ определения направления этих условных линий

Учитель предлагает несколько новых рисунков магнитов с известным расположением полюсов и фигурами из железных опилок и просит детей определить направление линий магнитного поля. Он также предлагает им изображения магнитов и силовых линий и просит определить полюсы и направления стрелок в различных точках вокруг магнита.

4. Понятия магнитного поля и силовых линий фиксируются в тетради под диктовку:

Магнитное поле

Все пространство вокруг магнита пронизано невидимыми магнитными силами. Стоит внести в пространство железное тело, как сразу проявится действие этих сил. Говорят, что вокруг магнита существует магнитное поле. Так и вокруг Земли существует магнитное поле.

Для изображения магнитного поля ученые используют **условные линии**. Они называются **силовыми линиями магнитного поля**. Стрелка компаса - своеобразный **индикатор магнитного поля** (по-латински *indicator* — “указатель”). Она указывает на южный полюс магнита. Стоит поменять местами полюсы магнита - поменяется и направление стрелки. Поэтому можно говорить о **направлении магнитного поля**. Силовые линии магнитного поля изображают так, что они точно указывают направление поля (направление стрелки компаса) в любом месте. Поэтому силовые линии изображают **выходящими из северного полюса магнита и входящими в южный полюс**.

Вывод: Полюсы магнита невозможно отделить друг от друга.

5. Демонстрационные опыты:

Прежде чем проводить опыты по электростатике, учитель должен хорошо проветрить, а затем и просушить воздух в классе при помощи электронагревательных приборов. Более того, всю первую часть урока (до опытов) следует провести в другом помещении и только перед их проведением перейти в подготовленный класс. Иначе влажность воздуха будет способствовать быстрой утечке зарядов с наэлектризованных предметов.

1. Большой кусок янтаря натирают о мех и показывают, как он притягивает маленькие бумажки, рассыпанные на столе.

Для сравнения те же действия выполняют с магнитом из прошлых уроков.

2. На сухую, обезжиренную поверхность стола кладется обыкновенная пластиковая папка («файл»). Ее разглаживают сухими руками и затем «отрывают» от поверхности стола, приподнимая за угол. Показывают, как она действует на бумажки за опыта 1. Затем берут легкий маленький кусочек ваты, который нужно предварительно хорошо распустить, чтобы он падал не слишком быстро. Ватку отпускают, предоставляя ей возможность свободно падать вниз, а папку держат вертикально, на расстоянии около 6-10 см от линии падения кусочка ваты. Наблюдают, как ватка отклоняется от вертикальной линии в сторону папки и, слегка коснувшись ее, отклоняется в обратную сторону.

3. Папку окунают в воду для снятия электризации и подвешивают над электротракином. Через несколько минут (когда она подсохнет) ее вновь проверяют на наличие электрического состояния, поднося все к тем же бумажкам. Она на них не действует.

4. Натираем о мех полихлорвиниловую трубку длиной около полуметра (обрезок обычной трубы, в которой прокладывают электропровод). Показываем, как она действует на бумажки: некоторые из них, при克莱ившись, «бегают» по ней, отскакивают. Трубы для демонстрации этих эффектов можно держать вертикально. Затем ее неспеша подносят к большой ($\approx 3\text{л}$) консервной банке, стоящей на пенопластовой подкладке. К краям банки с помощью изоленты прикреплены узкие (до 1 см) полоски легкой тонкой бумаги. Такая банка – самодельный султан, обладающий к тому же достаточной электроемкостью. Наблюдают, как навстречу трубке поднимаются полоски бумаги, как они следуют за ней при ее поперечном передвижении вправо-влево, вверх-вниз, как меняется их поведение после того, как трубку потрут о край банки. Затем трубку заново элекризуют и снова подносят к банке.

Полоски бумаги с самого начала «избегают» встречи с трубкой. После повторного касания они отготыриваются сильнее, чем в первом случае, сохраняя это положение до следующего касания. Трубку снова натирают, снова неспеша подносят и снова касаются. Полоски отклоняются еще сильнее. И так несколько раз. Затем учитель подносит руку к банке и уже на малом расстоянии от пальца руки до края банки слышен треск и полоски опадают.

Во время опытов необходима тишина и внимательность, чтобы могли быть зафиксированы мельчайшие детали поведения предметов. Сразу же *после каждого опыта* должно следовать подробное описание.

6. Практическая работа:

Минут 10 стоит предоставить в распоряжение самим учащимся для экспериментирования с пластмассовыми ручками, бумажками, волосами и т.д. Дома дети должны заняться свои наблюдения во время работы.

Урок 18. Электризация

1 Зачитываются описания первого опыта и опытов, проведенных самими детьми.

Основные вопросы для обсуждения:

- Как появляется на предметах эта способность притягивать?
- На каких предметах она возникает (из какого вещества они сделаны)?
- В чем сходство и отличие этих явлений от изученных прежде магнитных?

Ответы учащихся должны быть обязательно аргументированы, т.е. обоснованы упоминанием конкретных моментов в опытах вчерашнего дня. По итогам этого обсуждения учитель вводит понятие электризации и рассказывает классу о происхождении этого слова. При этом слова «заряды» и «заряжено» должны быть сознательно вынесены из обсуждения. Далее зачитывается описание опыта с папкой и ваткой.

Учитель просит детей объяснить загадочное поведение ватки (двукратное изменение траектории полета).

Зачитывается описание опыта с банкой. О чём говорит поведение полосок бумаги? Как по-разному они реагируют на наэлектризованную трубку? В чём основное *отличие* в *условиях* одной и другой реакции? Есть ли здесь сходство с опытом с ваткой? Какие два типа действия мы наблюдаем у наэлектризованных тел? Каковы их условия? Как снять их электризацию?

2. После обсуждения, рассказа и введения новых понятий диктуется текст:

Электризация

Впервые о загадочном действии янтаря узнали еще в Древней Греции. Фалес описал эффект притяжения янтаря, потертого о мех. Греческое название янтаря («ярко-желтый») дало имя всем подобным явлениям.

*Электрический эффект возникает от трения двух тел друг о друга. Такой способ получения электричества носит название **электризации трением**. Если после натирания наблюдается электрическое действие (притягивание бумажек, подъем полосок...), говорят «тело наэлектризовано». Снять наэлектризованное состояние можно касанием руки или же водой.*

При касании электризация может передаваться другим телам. Электричество связано с притяжением и отталкиванием. Притяжение возникает между наэлектризованным телом и ненаэлектризованным. Отталкивание — между двумя телами, наэлектризованными одним и тем же предметом.

3. С целью лучшего усвоения понятия силовых линий учитель дает детям пару качественных задач на определение полюсов магнита по рисункам силовых линий и наоборот.

4. *Демонстрируются опыты:*

1. На столе учителя на пенопласте стоят 2 банки с полосками бумаги, подобные описанной выше. Расстояние между ними должно быть сперва около полуметра, чтобы они слабо действовали друг на друга. Начинают постепенно электризовать одну из банок с помощью полихлорвиниловой трубки, постоянно заново электризуя последнюю при помощи трения о мех. Постепенно полоски первой банки поднимаются все выше.

Затем берутся различные длинные предметы и либо подвешиваются на паре шелковых (изолирующих нитях), либо берутся руками в резиновых перчатках (лучше всего из специальной электроизолирующей резины). Сперва обеих банок касаются изолирующими материалами: оргстеклом, пластмассой, пенопластом, полихлорвинилом. Затем – проводниками: железом, медью, алюминием, оловом. В последних случаях каждый раз приходится заново электризовать первую банку и снимать электризацию со второй касанием руки без перчаток (эти действия не менее важны, чем сам опыт, поэтому на них следует также обращать внимание учащихся).

(Можно в последний раз, сняв перчатки, обуть незаметно для учащихся резиновые сапоги. При попытке снять электризацию со второй банки мы не получим полного опадания полосок. Класс в недоумении. Учитель выходит из-за демонстрационного стола, садится на стул и на виду у всех снова надевает обычную обувь и касается после этого второй банки – электризация пропадает.)

Все это должно быть скрупулезно описано учащимися.

Третья часть этого опыта состоит в том, что все те же действия учитель выполняет, сняв резиновые перчатки. При касании проводниками, которые держат голой рукой, первой банки сразу же происходит опадание полосок бумаги еще до того, как коснутся второй. У второй так и не поднимаются.

2. На столе оставляют одну банку и, варьируя материал подставки, электризуют ее. На пенопласте, гетинаксе, резине, оргстекле, фарфоре (тарелке) банка долго сохраняет полоски бумаги в оттопыренном состоянии. На стекле, фанере, руке, сухой и влажной ткани (на глазах учащихся пропитывают водой) – банка либо на глазах теряет электризацию, либо не может вовсе электризоваться. В случае изоляторов с банки каждый раз приходится снимать электризацию касанием руки. Однако один раз стоит коснуться ее проволокой, противоположный конец которой держат в руке.

Другой раз можно снять электризацию, надев резиновые сапоги и коснувшись второй рукой заземления (например, оголенного металла батареи центрального отопления) В третий раз можно воспользоваться проводом в изоляции, закрепленным в том же месте батареи.

3 Трое учащихся становятся цепочкой на днища перевернутых пластиковых ведер, средний держится мизинцами обеих рук за мизинцы крайних. Учитель электризует трубкой крайнего (например, правого) учащегося. Свет выключают и в темноте (чтобы была видна искра) четвертый учащийся касается пальцем крайнего из стоящих на ведрах (его ладони или кончика носа) – искра и треск.

Урок 19

Проводники и изоляторы электричества

1 После зачитывания описания 1-го опыта учитель задает вопросы: что происходит в этом опыте (с наэлектризованным состоянием)? Почему поднимаются полоски второй банки? Что это означает? Какую роль в этом процессе играют различные тела: трубка, банка, полоски, соединяющие банки предметы, подкладки под банки, руки экспериментатора, резиновые перчатки? В итоге должна стать ясной *посредническая роль* разных предметов, передающих или не передающих наэлектризованное состояние. Вводятся понятия *проводник* и *изолятор электричества*.

Учитель пишет разным цветом (например, красным и синим) на доске:

проводники электричества *изоляторы электричества*

и просит детей вписать в соответствующий столбец различные вещества.

После этого зачитывается описание второго опыта. Является ли человеческое тело изолятором? Какова роль резиновых перчаток и сапог? Куда попадает электризация через посредство человеческого тела? Батареи? Здесь очень важно впервые обсудить опасность

электричества для жизни человека и меры безопасности, рассказать, как работают электрики, как спасают людей, находящихся под напряжением. Здесь уместно также ввести понятие *заземления*; ведь человеческое тело соединяет наэлектризованное тело именно с землей - мы ведь стоим на земле (на полу).

Отдельно обсуждаем вопрос: является ли воздух изолятором электричества? (Ведь со временем электризация все-таки исчезает с любого предмета).

В этот день может быть также введено понятие *заряженного электричеством* тела, как синонима термина *электризация* (наэлектризовали = зарядили). Но при этом было бы преждевременным введение понятия электрического заряда как частицы или совокупности частиц, так как последние – суть модельные представления, которых мы сознательно избегаем в 6 классе.

2. Диктуем текст:

Проводники и изоляторы электричества

Все предметы делятся на проводники и изоляторы электричества. Самыми хорошими проводниками являются металлы (серебро, золото, алюминий...). Самыми хорошими изоляторами – фарфор, полихлорвинил, пластмасса, полиэтилен, гетинакс, стеклотекстолит, янтарь... Вода, воздух и человеческое тело являются проводниками.

*Также и земля является хорошим проводником, как губка впитывающим в себя любой заряд. На этом важном свойстве основано действие *заземления*: для защиты от электрических ударов корпус прибора следует соединить с землей, или, как говорят электрики, *заземлить*.*

Когда человек работает с «сильным» электричеством, он должен защищать себя изолирующими материалами (резиновыми перчатками, Резиновым ковриком и т., д.).

3. Демонстрируем опыты:

На 4-х штативах на шелковых нитях свободно подвешены 4 предмета: две палочки из оргстекла и 1 из эbonита и 1 полихлорвинаила.

Электризуем эbonитовую палочку трением о мех и продолжая держать ее рукой, подносим

1. к остальным трем палочкам и наблюдаем притяжение всех трех. Касания (передачи электризации) следует избегать!
2. Электризуем трением о бумагу (газету) одну из палочек, сделанных из оргстекла. При поднесении (аналогично предыдущему опыту) к двум другим неназемизованным палочкам наблюдается притяжение. Притяжение наблюдается также и в отношении эbonитовой (наэлектризованной палочке).

Каждый опыт описывается сразу же после проведения! Иначе в головах учащихся возникнет путаница.

3. Электризуем о бумагу вторую палочку из оргстекла. Аккуратно подносим ее (держа в руках) сперва к неназемизованной (полихлорвинаил), затем к эbonитовой палочке – наблюдается отталкивание.
4. Электризуем о мех последнюю, полихлорвиниловую палочку. Держа в руках, подносим ее по очереди к обеим палочкам из оргстекла и наблюдаем притяжение. При поднесении к эbonитовой - отталкивание.
5. Оставляем все четыре палочки в висячем положении (если необходимо, еще раз электризуем оргстекло). Сближаем друг с другом концы палочек из оргстекла – отталкивание. Аналогично эbonита и полихлорвинаила – отталкивание. Затем оргстекла и эbonита – притяжение. Другого оргстекла и полихлорвинаила – притяжение.
6. Снимаем руками электризацию с обеих палочек из оргстекла. Устанавливаем их так, чтобы они были рядом друг с другом только одними концами. Натираем

бумагой только одну из них и осторожно отпускаем, придерживая до времени вторую. Наблюдаем притяжение и затем отталкивание.

Урок 20

Положительное и отрицательное электричество

1. После описания опытов ставим вопросы:

Как действуют друг на друга наэлектризованное тело и ненаэлектризованное? Как действуют друг на друга два наэлектризованных тела?

При ответе на последний вопрос обнаруживаются две различные возможности: притяжение и отталкивание. Когда наблюдается притяжение, а когда отталкивание? Здесь очень важно наблюдение первого опыта: почему появилось отталкивание? О чем говорит это отталкивание (наэлектризован ли султан после касания)? Здесь уместно также попросить учащихся вспомнить опыты позапрошлого дня: когда мы наблюдали отталкивание?

– При повторном поднесении заряженной трубки к заряженной банке.

Итак, оказывается, что электричество (электризация) может проявляться по-разному: в отталкивании и притяжении. От чего зависит притяжение или отталкивание наэлектризованных тел? – От их вещества и от того, о какой предмет они электризуются. Пишем на доске (заполняем со слов учащихся):

Эbonit (о мех)

- притягивает ненаэлектризованные
- отталкивает эbonит
- отталкивает полихлорвинил
- притягивает оргстекло
-

Оргстекло (о бумагу)

- притягивает ненаэлектризованные
- отталкивает оргстекло
-
- притягивает эbonит
- притягивает полихлорвинил

Далее учитель рассуждает вместе с классом: «У нас получились две разные электризации. *Различные как плюс и минус в математике*. Один вид – оргстекло, наэлектризованное о бумагу. Другой вид – это эbonит и полихлорвинил. Назовем (условно) первый вид *положительной электризации*, тогда второй следовало бы назвать *отрицательной*.» (Учитель подписывает на доске справа – плюс, слева – минус.)

«Я буду называть вам другие предметы и говорить, как они действуют на эbonит и оргстекло, а вы будете говорить мне, в какой столбец их подписывать Янтарь при трении о мех отталкивается от наэлектризованного эbonита и притягивается к наэлектризованному оргстеклу. Какую электризацию (заряд) он имеет? Стекло при трении о шелк отталкивается от наэлектризованного оргстекла. Тип электризации? Шелк при этом притягивается к наэлектризованному оргстеклу, но отталкивается от эbonита. Мех, которым терли эbonит, отталкивается от наэлектризованного оргстекла...»

2. В итоге дети записывают текст в тетрадь:

Положительное и отрицательное электричество

Все наэлектризованные тела делятся на две группы. Одни отталкиваются от наэлектризованного о мех янтаря. Так же ведет себя и другой кусок янтаря, потертый о мех. Они обладают, следовательно, сходным видом электризации. Назовем ее "янтарной". Другие к янтарю притягиваются и отталкиваются друг от друга. Значит, они противоположно наэлектризованы. Эта противоположность подобна плюсу и минусу. Условились электризацию первого вида (подобную янтарной) называть 'отрица-

тельной. Противоположную положительной. Например, положительно электризуется оргстекло при трении о бумагу.

Выводы: Одинаково наэлектризованные тела отталкиваются.

Различно наэлектризованные тела притягиваются.

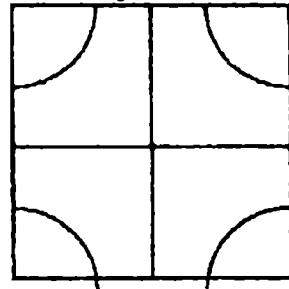
К этой записи они добавляют написанное на доске.

4. Если остается время и учитель не планировал никакой итоговой работы, можно дать возможность учащимся провести лабораторную работу по определению положительно и отрицательно наэлектризованных тел (ручек, линеек, расчесок и т.д.), подвешенных на шелковых нитках.
5. Можно, завершая эпоху, провести письменную контрольную работу (30 минут). Один из вариантов приводится ниже.

Контрольная работа по физике 6 класс

1. Как звучит виолончельная струна, если ее укоротить? А если ослабить?

2. Где могут быть палец и смычок на пластине Хладни, изображенной на рисунке? Нарисуй. Укажи также все места, где расположены пучности и узлы.



3. Какой цвет является похожим на желтому?

4. На каком фоне лист бумаги выглядит светлее?

5. Объясни, при каком экране и светящемся теле будет наблюдаться круглая темная тень с сильно расплывшимися краями?

6. Холодная вода течет быстрее или медленнее горячей?

7. Нарисуй расположение полюсов у гвоздя



(буквой N обозначен северный конец стрелки компаса, S — южный).

8. Опиши, как без компаса и магнитов определить полюсы неизвестного магнита?

Литература

1. Макензен М. Обучение физике на основе феноменологического подхода. -- М., 1996.
2. Штокмайер К., Штейнер Р. Материалы к учебным программам вальдорфских школ -- М., 1995. — С. 244—261.
3. Ловягин С.А. Формирование ориентировки в теоретическом и эмпирическом знании при обучении школьников. Дисс... канд. пед. н. — М., 1992.
4. Ловягин С.А. Обучение естественным наукам в вальдорфской школе/ Наша школа. Альманах “Педагогика свободы” № 4. — М., 1997. С. 21—36.
5. Ловягин С.А. Методика обучения физике (из опыта работы) // Макензен М. Обучение физике на основе феноменологического подхода. — М., 1996.
6. Олендорф К. Это не вальдорфская педагогика. // Новый педагогический журнал № 4. — СПб., 1997.
7. Загвоздкин В.К. Преподавание физики по феноменологическому методу// Новый педагогический журнал № 1. — СПб., 1996
8. Рорвахер Х Гуманистическая наука о природе? – Воронеж, 1997.

Оглавление

Концепция курса физики для основной школы	1
Методика обучения физике в вальдорфской школе	6
Программа обучения физике в 6 классе	9
Описание уроков физики в 6 классе	13
Литература	68